



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-
ÁRIDO PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

SAMUEL ALEX SILVA DE MORAIS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO ESCOLAR PÚBLICA:
ESTUDO DE CASO EM MOSSORÓ/RN**

**MOSSORÓ
2025**

SAMUEL ALEX SILVA DE MORAIS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO ESCOLAR
PÚBLICA: ESTUDO DE CASO EM MOSSORÓ/RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel

**MOSSORÓ
2025**

© 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.

M832m Morais, Samuel Alex Silva de.
 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO
 ESCOLAR PÚBLICA: ESTUDO DE CASO EM MOSSORÓ/RN /
 Samuel Alex Silva de Morais. - 2025.
 53 f. : il.

 Orientador: Marcelo Tavares Gurgel.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2025.

 1. conservação estrutural. 2. anomalias
 construtivas. 3. reabilitação de edificações. 4.
 manutenção preventiva. I. Gurgel, Marcelo Tavares
 , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) 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.

SAMUEL ALEX SILVA DE MORAIS

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA EDIFICAÇÃO ESCOLAR
PÚBLICA: ESTUDO DE CASO EM MOSSORÓ/RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Defendida em: 07 / 03 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Marcelo Tavares Gurgel, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Raimundo Gomes de Amorim Neto, Prof. Dr.
(UFERSA) Membro Examinador

Humberto Freire Dias Neto, Me. (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus queridos avós, seu Olavo e dona Alzenir, que, mesmo não estando mais fisicamente presentes, continuam vivos em minhas lembranças e em cada conquista da minha vida.

*Ao meu pai e minha mãe, que, mesmo quando me faltaram forças, me motivaram e fizeram
de
tudo para que eu lutasse pelos meus objetivos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, minha fortaleza e maior guia. Nele sempre tive fé e, com isso, nenhum desafio se tornou inalcançável.

À minha mãe, por sempre me mostrar o melhor caminho, ensinar a ter paciência e trabalhar com foco nos meus objetivos. Como ela mesma diz: "A paciência é a ciência da vida."

Ao meu pai, por nunca medir esforços para que eu pudesse alcançar meus sonhos. Sua presença e apoio incondicional foram fundamentais em cada etapa dessa jornada.

Às minhas irmãs, pelo incentivo constante, pelas palavras de apoio e por sempre acreditarem em mim.

À minha namorada, por toda motivação, amor e carinho. Seu apoio inabalável tornou os dias mais leves, mesmo nos momentos mais desafiadores.

Aos meus amigos, que tornaram essa jornada acadêmica mais suportável, seja com palavras de apoio, incentivo ou momentos de descontração. Agradeço também aos amigos que fiz no estágio e no início da minha vida profissional, que compartilharam comigo experiências valiosas e me ajudaram a crescer tanto pessoal quanto profissionalmente.

Aos meus professores, em especial ao meu orientador, Professor Dr. Marcelo Tavares, que desempenhou seu papel com dedicação e excelência, sempre demonstrando profissionalismo e compromisso com o ensino.

À Banca Examinadora, pelo tempo dedicado à análise deste trabalho, pelas valiosas contribuições e por ajudarem a tornar este estudo ainda mais sólido e enriquecedor.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada, minha eterna gratidão.

RESUMO

A conservação das edificações escolares é essencial para garantir um ambiente seguro e adequado ao ensino. No entanto, diversas escolas públicas apresentam manifestações patológicas que comprometem sua durabilidade e funcionalidade. Este estudo teve como objetivo analisar as patologias construtivas em uma escola pública de Mossoró/RN. O acompanhamento ocorreu entre abril e dezembro de 2024, período em que foram realizadas visitas frequentes ao local. A pesquisa foi desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico, observação visual, acompanhamento de medições e registros fotográficos. Os resultados foram analisados com base em referências técnicas e normas vigentes, permitindo uma comparação com as diretrizes estabelecidas, como a NBR 15575:2024, permitindo uma análise comparativa da eficácia das intervenções. Identificou-se que as principais patologias presentes na edificação foram fissuras, infiltrações, deterioração do concreto e corrosão das armaduras. Embora técnicas de impermeabilização, reforço estrutural e substituição de materiais tenham sido empregadas na reforma, algumas manifestações reapareceram, indicando a necessidade de estratégias mais eficazes. Recomenda-se a adoção de um plano de manutenção preventiva (NBR 5674), diagnósticos estruturais aprofundados, fiscalização rigorosa das reformas e o uso de materiais e técnicas construtivas adequadas ao contexto local, a fim de garantir a durabilidade da estrutura.

Palavras-chave: conservação estrutural; anomalias construtivas; reabilitação de edificações; manutenção preventiva.

ABSTRACT

The conservation of school buildings is essential to ensure a safe and adequate learning environment. However, many public schools exhibit pathological manifestations that compromise their durability and functionality. This study aimed to analyze the constructive pathologies in a public school in Mossoró/RN, considering a completed renovation. Monitoring took place between April and December 2024, with frequent site visits. The research was conducted through a bibliographic review, visual inspection, measurement monitoring, and photographic records. The results were analyzed based on technical references and current regulations, such as NBR 15575:2024, to assess the effectiveness of the interventions carried out. The main identified pathologies were cracks, infiltrations, concrete deterioration, and reinforcement corrosion. Despite the application of waterproofing techniques, structural reinforcement, and material replacement during the renovation, some manifestations reappeared, highlighting the need for more effective strategies. It is recommended to implement a preventive maintenance plan (NBR 5674), conduct in-depth structural diagnostics, ensure rigorous oversight during renovations, and adopt materials and construction techniques suited to local conditions to enhance the building's durability.

Keywords: structural conservation; construction anomalies; building rehabilitation; preventive maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Tipos de fissuras em estruturas de concreto	20
Figura 2	–	Patologia de manchas em parede	22
Figura 3	–	Mofo e bolor em parede	23
Figura 4	–	Eflorescência em parede.....	23
Figura 5	–	Meios de manifestação das patologias causadas pela umidade	24
Figura 6	–	Deterioração do concreto com armadura de aço exposta	25
Figura 7	–	Aplicação de impermeabilização na base de uma fundação.....	27
Figura 8	–	Fissura e trinca localizadas em uma das salas de aula.....	31
Figura 9	–	Correção de trincas e fissuras com argamassa polimérica.....	32
Figura 10	–	Manchas causadas por infiltração de água em parede do banheiro	32
Figura 11	–	Eflorescências em parede	33
Figura 12	–	Mofo na parede	33
Figura 13	–	Manchas no telhado devido infiltração	33
Figura 14	–	Quebra de reboco no banheiro (a) e piso cimentado (b)	34
Figura 15		Assentamento cerâmico em banheiro.....	34
Figura 16	–	Raspagem de pintura látex.....	35
Figura 17	–	Remoção do reboco.....	35
Figura 18	–	Aplicação de chapisco com argamassa no traço 1:3	36
Figura 19	–	Impermeabilização de parede com argamassa.....	36
Figura 20	–	Aplicação de fundo selador (a) e pintura com tinta látex (b).....	37
Figura 21	–	Pintura com tinta látex em ambiente externo	37
Figura 22	–	Revisão (a) e emboçamento em telhado (b)	38
Figura 23	–	Deterioração do concreto e aço exposto em pilares (a, b) e muro (c, d).....	38
Figura 24	–	Remoção do concreto (a), escovação (b) e inibidor de corrosão (c).....	39
Figura 25	–	Aplicação do concreto com argamassa de alta resistência à corrosão.....	40
Figura 26	–	Aplicação do concreto com argamassa em pilar	40
Figura 27	–	Aplicação de chapisco decorativo em muro	41
Figura 28	–	Aparição de mancha devido infiltração.....	42
Figura 29	–	Aparição de mancha em sala de aula devido infiltração	42
Figura 30	–	Aplicação de fundo selador e massa látex em ambiente interno	42
Figura 31	–	Pintura com tinta látex em ambiente interno	43

Figura 32	–	Pilares do refeitório após a reforma	43
Figura 33	–	Parede próxima ao banheiro após a reforma.....	44
Figura 34	–	Pintura de piso com tinta acrílica.....	44
Figura 35	–	Imunização de madeira contra cupim.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	–	Evolução do Indicador Geral de Infraestrutura Escolar no Brasil	18
-----------	---	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEE	Atendimento Educacional Especializado
CGU	Controladoria-Geral da União
CNN	Cable News Network
CNTE	Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Resumo das patologias identificadas, suas possíveis causas e soluções adotadas durante a reforma.....	46
----------	---	---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivo específicos	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 Influência da infraestrutura escolar na qualidade do ensino.....	17
3.2 Patologias na construção civil	18
3.3 Patologias mais comuns na construção civil e suas causas.....	20
3.3.1 Fissuras, Trincas e Rachaduras.....	20
3.3.2 Patologias devido umidade	21
3.4 A importância da impermeabilização.....	24
3.5 Deterioração do concreto e corrosão da estrutura de aço.....	25
3.6 Prevenção e Diagnóstico de Patologias	26
4. METODOLOGIA.....	28
4.1 Método de pesquisa	28
4.2 Coleta dos dados	29
4.3 Caracterização da Edificação.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 Principais Patologias Identificadas	30
5.1.1 Fissuras e Trincas em paredes	31
5.1.2 Infiltração e umidade ascendente	32
5.1.3 Deterioração do concreto e corrosão das armaduras	38
5.2 Análise dos impactos das patologias e da reforma	45

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, as edificações escolares no Brasil foram construídas com técnicas e materiais que, embora adequados à época, muitas vezes não atendem aos padrões de durabilidade e segurança exigidos atualmente. Simas (2012) destaca que escolas mais antigas tendem a apresentar problemas estruturais significativos, como fissuras, infiltrações e deterioração de materiais, comprometendo a qualidade do ambiente educacional e, consequentemente, o processo de aprendizagem.

A construção civil desempenha papel essencial na garantia da qualidade estrutural dessas edificações. A falta de manutenção preventiva e o uso de técnicas construtivas ultrapassadas podem comprometer a segurança do prédio e sua funcionalidade, além de prejudicar no desempenho escolar dos alunos. Kowaltowski (2011), fala que o processo de aprendizado das crianças tem três fatores essenciais: os professores, o material didático e, por último, o ambiente construído, que também desempenha um papel fundamental na formação educacional.

A NBR 15575:2024 estabelece que a estrutura de edificações habitacionais deve ter uma vida útil mínima de 50 anos, desde que sejam seguidas as condições adequadas de uso e manutenção. Contudo, ao longo do tempo, as edificações estão sujeitas ao surgimento de anomalias, denominadas patologias, que podem reduzir significativamente sua vida útil, agravando problemas estruturais e dificultando sua resolução.

O conceito de patologia tem sua origem na medicina, onde é utilizado para estudar as doenças que afetam o corpo humano (Bolina; Helene; Tutikian, 2019). Na construção civil, o termo é utilizado para descrever os problemas que afetam as edificações, comparando-as a organismos que também podem sofrer danos ao longo do tempo. Em edificações antigas, que utilizaram materiais e práticas construtivas de épocas passadas e, muitas vezes, carecem de manutenção periódica, o surgimento de patologias nas estruturas pode ser acelerado, comprometendo a segurança e o conforto dos usuários. Logo, é necessário que os profissionais da área estejam capacitados para diagnosticar e intervir adequadamente nessas construções, garantindo que as escolas ofereçam um ambiente seguro e adequado para o desenvolvimento de crianças e adolescentes.

Mossoró, localizada no estado do Rio Grande do Norte, destaca-se como um importante polo regional, especialmente no campo educacional, devido à presença de diversas instituições de ensino que atendem tanto à população local quanto a municípios vizinhos.

Embora seja uma cidade de grande importância para a educação no estado, não foram identificados, durante a pesquisa inicial, estudos que tratem especificamente das patologias em edificações escolares no município de forma documentada e acessível. Contudo, pesquisas realizadas em outras localidades do Rio Grande do Norte, como a de Paz (2022), evidenciam problemas recorrentes em escolas públicas relacionados à falta de manutenção, infiltrações e deterioração de materiais.

Portanto, este trabalho é de grande importância para edificações públicas escolares, pois permitirá identificar as causas e os problemas enfrentados anteriormente, além de oferecer fundamentos para orientar futuras gestões na manutenção da qualidade estrutural e funcional da instituição. Além disso, este estudo contribui para a área da Engenharia Civil, ao fornecer um exemplo prático da aplicação de técnicas de diagnóstico e reparo de patologias em construções. No campo acadêmico, amplia o conhecimento disponível sobre o impacto da infraestrutura escolar no bem-estar e no desempenho dos estudantes, evidenciando a relevância de projetos bem executados para o sucesso educacional. Assim, este trabalho não apenas reforça a necessidade de um ambiente escolar adequado, mas também apresenta soluções que beneficiem a qualidade de vida dos estudantes e da comunidade escolar como um todo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Examinar e apresentar as manifestações patológicas em uma edificação escolar pública situada em Mossoró/RN, considerando uma reforma já concluída, detalhando os métodos empregados para reparar tais manifestações, bem como destacar a importância de uma infraestrutura adequada para promover a melhoria do aprendizado e do desempenho escolar.

2.2 Objetivo específicos

- Identificar as principais manifestações patológicas encontradas na edificação escolar pública analisada, classificando-as de acordo com sua origem e tipo;
- Avaliar as causas das manifestações patológicas identificadas, considerando fatores como projetos, execução, materiais e condições ambientais;
- Investigar o impacto das intervenções realizadas na durabilidade e funcionalidade da edificação, avaliando o estado atual da construção;
- Propor boas práticas e estratégias de manutenção preventiva com base nos resultados da análise, visando evitar recorrência das patologias.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Influência da infraestrutura escolar na qualidade do ensino

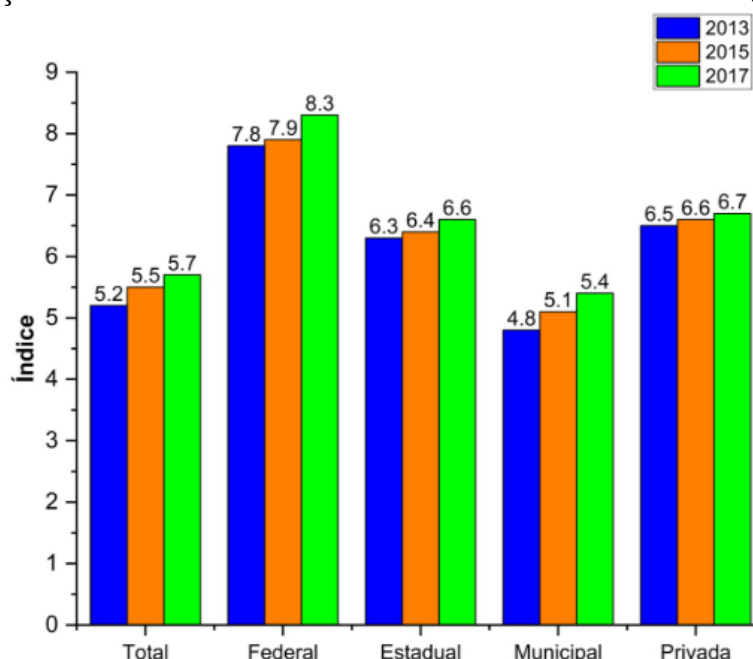
A infraestrutura escolar exerce um papel fundamental na qualidade do ensino e no desempenho acadêmico dos estudantes. Estudos demonstram que as condições físicas das escolas influenciam diretamente o rendimento dos alunos, afetando sua concentração e motivação. Conforme argumenta Souza (2021) em matéria publicada pelo Sebrae, a infraestrutura escolar desempenha um papel essencial na formação dos alunos, garantindo conforto e bem-estar para toda a comunidade escolar. Um ambiente bem estruturado, com salas de aula ventiladas, espaços de convivência e equipamentos adequados, pode influenciar positivamente o desempenho acadêmico e a motivação dos estudantes, tornando o aprendizado mais eficaz.

A infraestrutura inadequada das escolas públicas brasileiras é um fator crucial que compromete a qualidade da educação. Muitas instituições enfrentam sérios problemas com a falta de recursos essenciais, como banheiros funcionais, acesso à água potável e sistemas de esgoto, além de espaços seguros para os alunos. Esses desafios são ainda mais acentuados em áreas rurais e regiões afastadas, prejudicando diretamente o aprendizado e o desenvolvimento escolar. Diante desse cenário, a falta de infraestrutura adequada nas escolas públicas compromete a educação no Brasil, tornando indispensável o investimento na melhoria dessas condições para garantir um ambiente propício ao aprendizado (CNTE, 2023).

Pesquisa realizada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) revela que, entre 2013 e 2017, no Brasil houve uma leve melhora no indicador geral de infraestrutura escolar. Contudo, as escolas municipais, que representam a maior parcela da rede pública, continuam apresentando as menores médias, partindo de 4,9 em 2013 para apenas 5,5 em 2017. Esse avanço, embora positivo, ainda é insuficiente para solucionar a precariedade estrutural dessas instituições.

As escolas federais, apesar de representarem uma pequena fração das unidades, destacam-se com os melhores indicadores, alcançando uma média de 8,3 em 2017. Por outro lado, as escolas estaduais e privadas demonstram estabilidade nas médias (6,6 e 6,7, respectivamente), conforme apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1 - Evolução do Indicador Geral de Infraestrutura Escolar no Brasil (2013-2017).



Fonte: Elaborado com base em dados da UNESCO, Censo Escolar e SAEB.

Essa precariedade estrutural, especialmente nas escolas municipais, influencia negativamente a qualidade do ensino, já que condições inadequadas impactam o conforto, a segurança e as práticas pedagógicas necessárias para alunos e professores.

Segundo Anna Simas (2012), no Brasil, cerca de 20% das escolas apresentam sinais evidentes de depredação, como portas e janelas danificadas, brinquedos em mau estado e paredes pichadas. Essas condições não apenas desmotivam os alunos, mas também dificultam o aprendizado e aumentam os índices de evasão escolar.

Diante disso, investir na melhoria das instalações escolares é essencial para garantir o ambiente saudável, seguro e propício ao aprendizado. Ambientes bem planejados, com ventilação adequada, áreas verdes e recursos pedagógicos completos, promovem o bem-estar dos estudantes, reduzem os índices de evasão escolar e contribuem para a redução das desigualdades educacionais. Além disso, reformas estruturais e a manutenção contínua das escolas fortalecem os indicadores educacionais, assegurando mais oportunidades para todos.

3.2 Patologias na construção civil

A patologia, inicialmente associada à área médica, refere-se ao estudo das doenças e seus impactos no corpo humano. Contudo, o termo também foi adaptado para outras áreas, como a engenharia civil, onde as edificações são comparadas ao corpo humano, sujeito ao aparecimento de "doenças", conhecidas como patologias, que afetam a integridade e o desempenho das estruturas (Bolina; Helene; Tutikian, 2019). Na construção civil, as patologias são analisadas a partir das falhas nos projetos, execução e uso dos materiais, o que pode comprometer a segurança e a durabilidade das edificações.

Segundo a NBR 15575:2024, as edificações devem ser projetadas com uma vida útil mínima, sendo necessário seguir critérios técnicos de construção e manutenção para garantir a integridade estrutural ao longo do tempo. No entanto, a falta de manutenção preventiva e corretiva pode acelerar o surgimento das patologias, resultando em danos que comprometem a funcionalidade das construções e, em casos extremos, podem levar a desastres.

De acordo com Tagliani (2024), dentre as patologias mais comuns nas edificações incluem fissuras, trincas, infiltrações, corrosão de armaduras e eflorescências. Tais manifestações afetam tanto a segurança estrutural quanto a estética das construções. Fissuras e trincas, por exemplo, podem ser sinais de falhas no dimensionamento ou na execução das estruturas, enquanto a corrosão de armaduras compromete a resistência do concreto, tornando a edificação vulnerável a danos mais graves.

Um exemplo relevante ocorreu em dezembro de 2024, quando o teto de uma escola em Salvador desabou durante uma reforma. Segundo a CNN Brasil (2024), o evento expôs problemas no processo de execução da obra, destacando a importância do cumprimento das normas técnicas e de uma fiscalização rigorosa, principalmente em locais de grande circulação.

Da mesma forma, o relatório da Controladoria-Geral da União (CGU, 2017) sobre o programa Minha Casa Minha Vida revelou que 56,4% das unidades habitacionais apresentaram patologias, como trincas, infiltrações e problemas de acabamento. Essas falhas foram atribuídas a erros de projeto, execução e ao uso de materiais inadequados. A análise dos dados reforça a necessidade de uma fiscalização rigorosa e do cumprimento das normas técnicas para garantir a durabilidade das construções.

O diagnóstico e o monitoramento das patologias em edificações públicas são fundamentais para preservar sua integridade. Técnicas de diagnóstico, como inspeção visual,

ultrassom e termografia, permitem identificar precocemente as manifestações patológicas e adotar medidas corretivas antes que os problemas se agravem. A manutenção preventiva, por sua vez, é essencial para garantir a durabilidade das construções, evitando o desgaste prematuro e aumentando a vida útil das edificações.

3.3 Patologias mais comuns na construção civil e suas causas

3.3.1 Fissuras, trincas e rachaduras

É comum a semelhança entre essas patologias, pois apesar de serem diferentes, na maioria das vezes são originadas pela mesma causa, e a principal diferença entre esses três conceitos é a espessura. De acordo com Santos (2019), as fissuras são o estágio inicial dessas patologias pois podem chegar a uma abertura de até 0,5 milímetros, enquanto as trincas aparecem de acordo com o aumento da fissura, com tamanhos que variam entre 0,5 e 1,5 milímetros. Um estado que já pode ser considerado um aviso de emergência é quando a abertura pode ser classificada como rachadura, que varia seu tamanho entre 1,5 a 5,0 milímetros. Na figura 1 pode-se observar a diferencia visual do tamanho da abertura de fissura, trinca e rachadura.

Figura 1 - Tipos de fissuras em estruturas de concreto.



Fonte: DALLMINAS Engenharia (2023).

Gonzales, Oliveira e Amarante (2020) citam que as causas das fissuras são devido o movimento dos materiais após estares enrijecidos, como o caso do concreto, que atinge uma maior rigidez após o período de cura, fazendo com que rachem. São diversos os fatores que podem contribuir para o aparecimento das fissuras, dentre eles destacam-se recalque de

fundação, sobrecarga ou acúmulos de tensões, retração de cimento e deficiências no revestimento.

Berezovsky, engenheira civil, membro da Câmara de Perícia e Inspeção Predial do IBAPE-SP e especialista em engenharia diagnóstica, destaca em matéria para o site AECweb (2021) que fissuras podem ser classificadas entre passivas e ativas, onde as passivas atingem o estado de estabilidade, ou seja, o tamanho da abertura e da expansão permanecem constantes, significando, na maioria dos casos, que a causa que a originou já não exerce mais influência sobre o material. Fissuras ativas, por sua vez, continuam a evoluir ao longo do tempo, apresentando aumento de largura ou extensão, normalmente causado por fatores que permanecem em ação, como recalques, movimentação térmica, vibrações ou sobrecargas, que caso não sejam controladas, podem ampliar suas dimensões e gravidade, podendo evoluir para trincas ou, em situações mais críticas, até mesmo rachaduras. Gonzales, Oliveira e Amarante (2020) destacam a importância de acompanhar a abertura de trincas e fissuras, a ponto de identificar se são ativas ou passivas.

3.3.2 Patologias devido umidade

As manchas (Figura 2) em edificações são manifestações comuns das patologias causadas pela umidade, resultantes principalmente das falhas na impermeabilização. Conforme Souza e Paz (2023), a umidade é um dos principais fatores que contribuem para o surgimento das patologias em construções, como mofo, manchas, corrosão em armaduras e eflorescências, podendo ter diversas origens, como a ação da chuva, a umidade ascendente do solo por capilaridade e a proximidade de fossas. Essas anomalias comprometem tanto a estética quanto a funcionalidade da construção, podendo causar degradação dos revestimentos, rebocos e, em casos mais severos, acelerar a corrosão das armaduras e a desagregação do concreto.

Embora manchas aparentem ser inicialmente apenas um problema estético, elas podem ser o indicativo de problemas mais graves. Com o tempo, a umidade excessiva pode comprometer a integridade da estrutura, deixando a armadura de aço exposta e causando sérios danos estruturais.

Figura 2 - Patologia de manchas em parede.



Fonte: INOVA CIVIL, 2025

Mofo e bolor são patologias bastante semelhantes às manchas, pois, em seu estágio inicial, manifestam-se como marcas em paredes, pisos ou tetos. No entanto, diferenciam-se por conterem organismos vivos, como fungos e bactérias.

“O bolor é o momento inicial de um fungo, sendo mais superficial e, consequentemente, mais fácil de remover. Já o mofo está em um estágio mais avançado e tem capacidade decompositora, podendo causar danos a estruturas e a móveis, caso não seja combatido a tempo.” (SENA, 2025).

A presença de mofo e bolor em edificações está diretamente relacionada à umidade excessiva, ventilação inadequada e pouca incidência de luz. Essas patologias são causadas pela proliferação de fungos e bactérias em superfícies úmidas, o que pode comprometer tanto a estética quanto a saúde de quem reside no ambiente, como pode ser observado na Figura 3. Para sua remoção, é recomendada a limpeza com solução de água sanitária diluída, seguida de secagem adequada e repintura da área afetada (Montecielo; Edler, 2016).

Figura 3 - Mofo e bolor em parede.



Fonte: Portal de Notícias 2021).

As eflorescências são manifestações patológicas que ocorrem devido ao transporte dos sais solúveis pela água. Esse fenômeno acontece quando a umidade presente na estrutura migra para a superfície, carregando sais dissolvidos que, ao evaporarem, deixam depósitos esbranquiçados visíveis.

A presença dessas manchas pode estar associada à absorção de água do solo, infiltrações ou até à umidade proveniente do próprio processo de cura dos materiais. Embora não comprometam diretamente a resistência estrutural, as eflorescências indicam a movimentação de umidade, o que pode favorecer outros danos, como desagregação superficial e degradação precoce dos revestimentos, como se pode observar na figura 4 (NEVES, 2024).

Figura 4 - Eflorescência em parede.



Fonte: Ribeiro (2017).

De acordo com Freitas et al. (2022), a capilaridade dos materiais como cimento e tijolos facilita a penetração da água quando não há impermeabilização adequada,

favorecendo o surgimento de eflorescências e outros problemas relacionados à umidade.

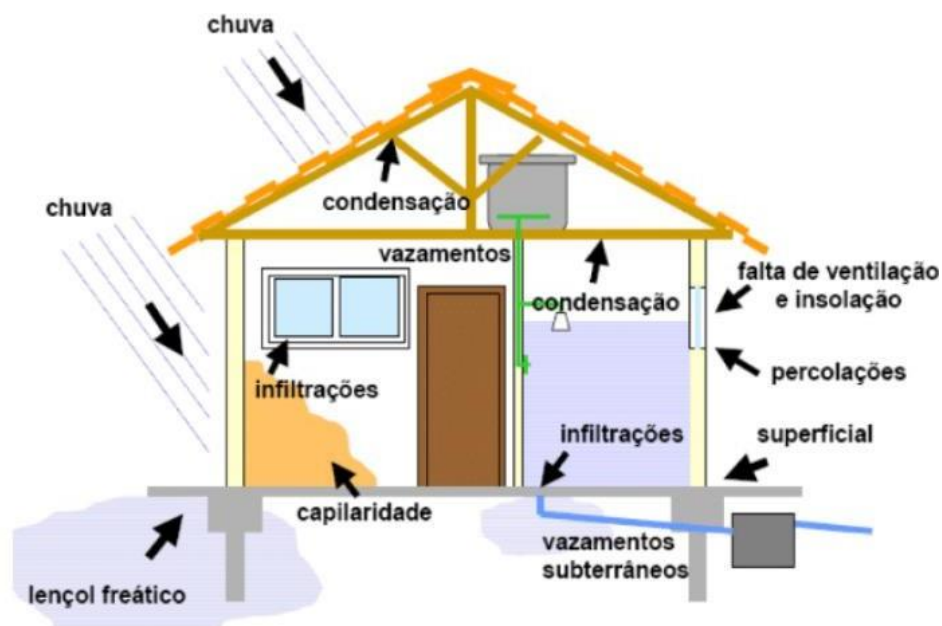
3.4 A importância da impermeabilização

Conforme abordado, uma das principais causas dessas patologias está relacionada à infiltração da água. Esse problema pode ser prevenido por meio das técnicas adequadas de impermeabilização.

De acordo com Saraiva (2024), a falta do conhecimento sobre a impermeabilização é um dos principais motivos para sua negligência durante a construção. Como consequência, surgem danos estruturais causados pela umidade e custos adicionais com reparos. No entanto, quando há conhecimento sobre sua importância, a impermeabilização passa a ser vista como uma etapa essencial da construção, aumentando a durabilidade da estrutura e prevenindo prejuízos futuros.

A Figura 5 ilustra os principais meios de manifestação das patologias causadas pela umidade em edificações. Entre os processos destacados, observam-se infiltrações, condensação, capilaridade, percolação e vazamentos subterrâneos, todos capazes de comprometer a durabilidade e o desempenho da construção.

Figura 5 - Meios de manifestação das patologias causadas pela umidade em edificações.



Fonte: (Pozzobon, 2007 apud AguilarR, et al.)

3.5 Deterioração do concreto e corrosão da estrutura de aço.

A durabilidade das estruturas do concreto armado está diretamente relacionada à sua capacidade de resistir às ações do tempo e às condições ambientais sem perda significativa do seu desempenho. Patologias causadas pela umidade, como manchas, mofo, bolor e eflorescências, podem ser o ponto de partida para a deterioração do concreto. Segundo Ridolphi, Silva e Souza (2022), a deterioração do concreto é uma das principais manifestações patológicas nas edificações, o que reforça a importância de estudar essas patologias e buscar meios para preveni-las.

De acordo com Isaia (2001), citado por Roque (2005), a durabilidade dos materiais está diretamente relacionada à sua capacidade de se manter em um determinado estado ao longo do tempo, sem perder qualidade. Esse conceito está intimamente ligado ao desempenho do material, que se refere ao comportamento do produto durante sua utilização, atendendo às exigências do usuário.

Piancastelli (2023) destaca que o ideal é evitar ou tratar as patologias do concreto armado para prevenir a perda da estrutura. Nos últimos anos, as normas têm incorporado critérios de durabilidade, principalmente focados nos mecanismos de deterioração do concreto, como expansão e corrosão.

A deterioração do concreto pode ocorrer por diferentes mecanismos e, em casos mais graves, deixar a armadura de aço exposta (Figura 6). Segundo Verly (2022), a degradação do concreto frequentemente resulta da combinação de causas físicas e químicas. A infiltração da água, por exemplo, pode favorecer a corrosão da armadura ou facilitar a entrada de sulfatos no interior do concreto, levando à formação de produtos expansivos que comprometem sua integridade.

Figura 6 - Deterioração do concreto com armadura de aço exposta.



Fonte: Verly (2022).

Outro fator relevante é a corrosão da armadura de aço, um dos principais problemas estruturais em edificações de concreto armado. Esse processo ocorre por meio das reações eletroquímicas, nas quais o aço da armadura sofre oxidação devido à presença da umidade, oxigênio e agentes agressivos, como os íons cloreto. A ferrugem resultante desse fenômeno aumenta de volume, gerando tensões internas que provocam fissuras e deslocamentos no concreto (Verly, 2022).

Assim, a deterioração do concreto e a corrosão da estrutura de aço são processos interligados que comprometem a durabilidade e a segurança das edificações. Compreender esses mecanismos é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e manutenção, garantindo maior vida útil às estruturas.

3.6 Prevenção e diagnóstico de patologias

A prevenção das manifestações patológicas em estruturas de concreto exige ampla abordagem, que envolve desde a fase do projeto até a manutenção preventiva. O correto dimensionamento estrutural, a escolha adequada dos materiais e o rigoroso controle da qualidade na construção são fatores essenciais para evitar falhas. Além disso, inspeções periódicas e sistemas de monitoramento permitem detectar problemas em estágios iniciais, evitando danos mais graves e garantindo a durabilidade das edificações (Santana, 2023).

A umidade é um dos principais fatores que contribuem para o surgimento de patologias em edificações, pois acelera processos da degradação estrutural e impacta negativamente o conforto dos usuários. Para evitar esses problemas, é essencial adotar medidas preventivas desde a fase da construção, além de realizar inspeções regulares para identificar possíveis falhas nos sistemas de vedação e drenagem (Verçoza, 1991).

Entre as principais estratégias de proteção contra a umidade, destaca-se a impermeabilização (Figura 7), que impede a infiltração da água e preserva a durabilidade dos materiais estruturais. Caso essa técnica não seja corretamente aplicada, a umidade pode comprometer elementos como concreto, aço e madeira, reduzindo sua resistência e aumentando os custos com manutenção e reparos (Martino, 2022). Além disso, a escolha adequada dos produtos impermeabilizantes e sua correta aplicação são fundamentais para garantir a eficácia do sistema (Freitas et al., 2022).

Figura 7 - Aplicação de impermeabilização na base de uma fundação.



Fonte: ArchDaily Brasil (2022).

A corrosão das armaduras em estruturas de concreto pode ser causada pela carbonatação ou pela presença dos cloretos. O diagnóstico desse problema pode ser feito com o teste de fenolftaleína, que identifica a redução do pH do concreto. Para a prevenção e tratamento, algumas das técnicas utilizadas incluem a aplicação de polímeros inibidores de corrosão, a incorporação de inibidores ao concreto ou argamassa e a proteção catódica, que reduz o potencial de corrosão das armaduras por meio da introdução de corrente elétrica no sistema. Esse último método é altamente eficiente, porém exige manutenção constante por profissionais especializados (Piancastelli, 2023).

Outro fator relevante na prevenção de patologias é a seleção criteriosa dos materiais utilizados na construção. Optar por materiais de qualidade e seguir corretamente as normas técnicas reduz significativamente o risco das manifestações patológicas. Por outro lado, a realização de manutenções periódicas, como inspeções em telhados, fachadas e sistemas de drenagem, contribui para a prevenção dos danos estruturais, evitando gastos futuros com intervenções corretivas.

Além das estratégias preventivas, o diagnóstico preciso das patologias construtivas é essencial para garantir a segurança das edificações. Métodos como inspeções visuais, ensaios técnicos e monitoramento contínuo das estruturas permitem identificar danos em estágios iniciais, possibilitando a adoção de soluções antes que os problemas se agravem. Dessa forma, o planejamento adequado aliado a práticas de manutenção eficazes são fundamentais para preservar a integridade das construções ao longo do tempo.

Segundo Bolina, Helene e Tutikian (2019) ensaios não destrutivos são os mais recomendados para uma análise preliminar, pois permitem avaliar as condições estruturais sem danificar o elemento testado. O autor ainda destaca que, entre os principais ensaios não destrutivos utilizados para diagnóstico das patologias estão:

- **Fissurômetro** – mede a abertura e evolução de fissuras;
- **Esclerometria** – avalia a resistência superficial do concreto;
- **Ultrassom** – identifica falhas internas no concreto;
- **Pacometria** – detecta a posição das armaduras dentro do concreto;
- **Resistividade elétrica** – mede a passagem de corrente elétrica no concreto, auxiliando na detecção de corrosão;
- **Permeabilidade** – avalia a capacidade do concreto em absorver fluidos;
- **Termografia infravermelha** – identifica variações térmicas associadas a infiltrações e falhas estruturais;
- **Extensometria elétrica** – mede deformações em materiais estruturais.

Bolina, Helene e Tutikian (2019) também destacam que além de ensaios não destrutivos, existem os ensaios semidestruídos, que, ao serem aplicados, causam um pequeno dano localizado na estrutura para permitir a extração das amostras e análises laboratoriais. Dentre eles, estão:

- **Aspersão de nitrato de prata** – identifica a profundidade da carbonatação no concreto;
- **Extração de testemunhos** – remove cilindros de concreto para análise de resistência e qualidade;
- **Espectrometria de fluorescência de raios X** – analisa a composição química dos materiais;
- **Penetração de pinos** – mede a resistência superficial do concreto.

A importância de um diagnóstico preciso é destacada por Bolina, Helene e Tutikian (2019), que afirmam:

“Somente com um correto diagnóstico é que se consegue estancar o fenômeno e otimizar a solução corretiva, com um menor custo. O grande êxito de uma intervenção corretiva ou preventiva depende de um diagnóstico bem elaborado. Um fracasso nessa etapa culminará em medidas corretivas inadequadas, o que produz um gasto desnecessário, compromete a segurança da edificação e oferece risco aos usuários. ” (Bolina; Helene; Tutikian, 2019).

4. METODOLOGIA

4.1 Método de pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa e aplicada, utilizando o método de estudo de caso. A pesquisa qualitativa permite uma análise detalhada das manifestações patológicas na edificação escolar, considerando tanto os aspectos técnicos quanto os fatores que influenciam sua ocorrência" (Guerra et al., 2024).

Além disso, a pesquisa aplicada tem um caráter essencialmente prático, pois se concentra na identificação e solução de problemas concretos em edificações, buscando formular diagnósticos precisos e propor intervenções eficazes. Diferente da pesquisa científica tradicional, que visa a construção teórica e a generalização do conhecimento, a pesquisa aplicada utiliza saberes previamente adquiridos para responder a demandas específicas e gerar impacto real, seja na melhoria das condições estruturais, na prevenção de novas patologias ou na otimização de técnicas construtivas (Fleury; Werlang, 2016). Dessa forma, esta abordagem se alinha ao propósito deste estudo, que visa contribuir para a compreensão e mitigação das manifestações patológicas em ambientes escolares.

4.2 Coleta dos dados

O estudo foi realizado em uma escola pública localizada no município de Mossoró/RN, durante o período de abril a dezembro de 2024, acompanhando a etapa final da reforma da edificação. A coleta de dados ocorreu por meio de observação direta no local, visitas técnicas frequentes e análise de relatórios fotográficos elaborados durante a obra. Esses registros permitiram documentar as principais intervenções realizadas, os materiais e técnicas empregadas, bem como os desafios enfrentados.

Além da observação em campo, foram realizadas entrevistas informais com trabalhadores da obra para obter informações detalhadas sobre os serviços executados, como aplicação de impermeabilização, substituição de revestimentos danificados, correção de fissuras e trincas, reforço estrutural em pilares comprometidos e tratamento anticorrosivo das armaduras expostas. Também foram consultadas notícias publicadas na internet sobre a reforma, permitindo complementar a análise com percepções da comunidade escolar e informações institucionais sobre o processo de revitalização.

Após a conclusão das obras, foi avaliada a reincidência de patologias estruturais, verificando a eficácia das soluções adotadas. Dessa forma, o estudo baseou-se em múltiplas

fontes, garantindo uma abordagem abrangente na análise das manifestações patológicas identificadas.

4.3 Caracterização da Edificação

A edificação analisada está localizada em um bairro urbano consolidado da cidade de Mossoró/RN e foi construída há quase 40 anos, por volta de 1985. Em 2024, a escola passou por sua primeira grande reforma desde a inauguração, recebendo melhorias significativas em sua estrutura física e pedagógica.

A estrutura da edificação é composta por alvenaria de tijolos cerâmicos e concreto armado. No entanto, de acordo com informações obtidas junto aos trabalhadores da obra, os materiais utilizados na construção original da escola não eram adequados, com rebocos frágeis, feitos com cal, areia e pouco cimento. Atualmente, a escola atende cerca de 400 alunos, do 1º ao 9º ano do Ensino Fundamental.

Dentre as melhorias realizadas na reforma, destacam-se a climatização das salas de aula, renovação da pintura, atualização das instalações elétricas e hidráulicas e a criação de novos espaços de convívio. Essas intervenções tiveram como objetivo aprimorar o conforto e a funcionalidade da edificação, beneficiando diretamente alunos, professores e funcionários.

Atualmente, o prédio desempenha um papel fundamental na comunidade, oferecendo infraestrutura para a educação de crianças e jovens da região e bairros adjacentes. No entanto, mesmo após as reformas, algumas patologias estruturais ainda foram identificadas, exigindo uma análise detalhada para garantir a durabilidade e a segurança da edificação.

4.4 Análise dos dados

A análise dos dados será realizada com base nas informações disponíveis na literatura relacionada ao tema estudado e nas normas vigentes, especialmente a NBR 15575:2024, que trata do desempenho de edificações habitacionais, bem como nas observações in loco, medições e registros fotográficos realizados ao longo do período de acompanhamento da obra.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Principais patologias identificadas

Durante as visitas iniciais à edificação, foi possível identificar diversas manifestações patológicas, que foram classificadas conforme sua natureza e impacto estrutural. As principais patologias identificadas foram fissuras e trincas em paredes, infiltração e umidade ascendente, deterioração do concreto e corrosão das armaduras.

Essas anomalias comprometiam tanto a estética quanto a funcionalidade da edificação, gerando riscos estruturais e afetando o conforto dos usuários. Nos próximos subitens, cada uma dessas patologias será abordada detalhadamente, destacando suas possíveis causas, impactos e as soluções adotadas durante a reforma para mitigar seus efeitos.

5.1.1 Fissuras e trincas em paredes

Fissuras e trincas foram observadas principalmente nas salas de aula, sugerindo recalques diferenciais e possíveis falhas estruturais.

Na Figura 8, observa-se uma fissura que evoluiu ao longo do tempo, apresentando características distintas em duas regiões. A parte identificada como 1 foi anteriormente reparada de forma superficial, provavelmente com o intuito de ocultar o problema sem investigar sua causa raiz. No entanto, esse reparo inadequado não impediu a progressão da patologia, que continuou se desenvolvendo.

Na parte 2 (Figura 8), onde não houve intervenção prévia, a fissura se agravou, aumentando sua abertura até atingir a classificação de trinca. Esse avanço comprometeu a aderência do revestimento cerâmico, resultando no deslocamento dos azulejos. De acordo com Santos (2019), a classificação entre fissura e trinca se baseia na largura da abertura, e, neste caso, é perceptível a olho nu a diferença entre ambas, evidenciando a evolução do problema.

A solução para esse tipo de problemas se deu com reforço estrutural e aplicação de argamassa polimérica de alto desempenho, como se verifica na Figura 9.

Figura 8 – Fissura e Trinca localizadas em uma das salas de aula.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 9 – Correção de trincas e fissuras com de argamassa polimérica de alto desempenho.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Gonzales, Oliveira e Amarante (2020) destacam a importância de monitorar a recorrência das fissuras para determinar se são ativas ou passivas. Nesse contexto, durante o período de reforma, não foram identificadas novas fissuras, mas isso não elimina a necessidade de acompanhamento. Dependendo da natureza do problema, as fissuras podem levar mais tempo para se manifestar.

5.1.2 Infiltração e umidade ascendente

Durante a coleta dos dados realizada antes da reforma, foram identificados diversos problemas relacionados à umidade, incluindo patologias como manchas na parede e teto (Figuras 10 e 13), eflorescências (Figura 11) e mofo (Figura 12). Tais constatações colaboram com Freitas et al. (2022), ao afirmarem que a presença de água é o principal

agente causador dessas patologias, tornando-se ainda mais prejudicial em casos de umidade excessiva.

Figura 10 – Manchas causadas por infiltração de água em parede do banheiro.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 11 – Eflorescências em parede.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024

Figura 12 – Mofo na parede.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 13 - Manchas no telhado devido infiltração.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

No contexto dos problemas relacionados a umidade nas paredes, nota-se que a identificação precisa da origem do problema e a eliminação definitiva de suas causas foi uma das preocupações durante a reforma. Conforme destacado por Bolina, Helene e Tutikian (2019), além da adoção das estratégias preventivas, o diagnóstico preciso das patologias construtivas é essencial para garantir a segurança e a durabilidade das edificações. Como ilustrado na Figura 14a, em áreas úmidas onde os sinais de umidade eram mais evidentes, foi necessário remover completamente o reboco ao redor, a fim de verificar possíveis falhas na encanação e corrigi-las adequadamente, para posteriormente ser feito o piso acimentado (Figura 14b) e aplicação de cerâmica (Figura 15), garantindo a impermeabilização.

Figura 14 – Quebra de reboco no banheiro (a) e piso cimentado (b).

(a)



(b)



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 15 – assentamento cerâmico em banheiro.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Nos casos em que a eflorescência se apresentava de forma menos agressiva, a remoção da pintura látex foi realizada por meio de raspagem, lixamento ou escovação (Figura 16). Já em áreas onde as eflorescências eram mais concentradas e agressivas em pontos específicos, foi necessária a remoção do reboco nas regiões danificadas (Figura 17). Em seguida, aplicou-se uma camada de chapisco com argamassa no traço 1:3 (Figura 18), garantindo a impermeabilização das paredes com argamassa de cimento e areia, acrescida de aditivo impermeabilizante (Figura 19).

Figura 16 – Raspagem de pintura látex.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 17 – Remoção do reboco.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 18 – Aplicação de chapisco com argamassa no traço 1:3.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 19 – Impermeabilização de parede com argamassa, usando aditivo impermeabilizante.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Após a impermeabilização, foi aplicada uma demão de fundo selador, seguida da aplicação e lixamento de massa látex nas paredes. Por fim, realizou-se a pintura com tinta látex para o acabamento final (Figuras 20a e 20b). O processo foi realizado tanto na parte interna como externa (Figura 21), usando materiais específicos para cada situação.

Figura 20 – Aplicação de fundo selador e massa látex (a) e pintura com tinta látex em ambiente interno (b).



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 21 – Pintura com tinta látex em ambiente externo.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

No telhado, foi realizada revisão completa e a substituição das telhas danificadas (Figura 22a). Essa intervenção está de acordo com Cezario (2023), que destaca que a presença das manchas e telhas frágeis pode indicar o comprometimento da estrutura, tornando necessária a substituição para evitar infiltrações e outros danos.

Após a troca das telhas, foi aplicado emboçamento (Figura 22b) com argamassa no traço 1:2:9 (cimento, cal e areia), com o objetivo de melhorar a impermeabilização e prevenir

o reaparecimento dos problemas identificados.

Figura 22 – Revisão em cobertura com telha cerâmica (a) e emboçamento em telhado (b).

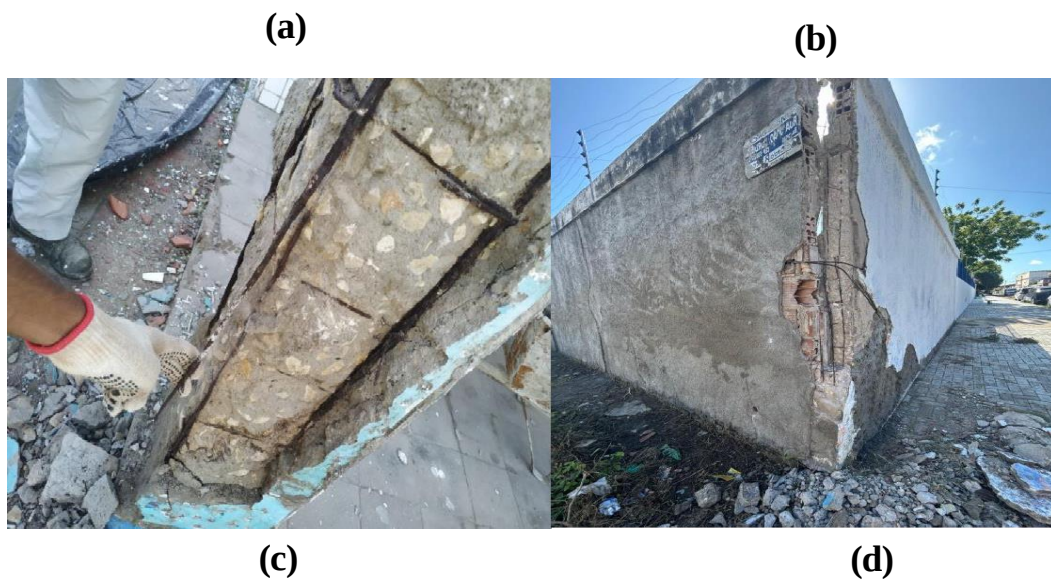


Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

5.1.3 Deterioração do concreto e corrosão das armaduras

A deterioração do concreto e a corrosão da armadura foram observadas principalmente em pilares do refeitório (Figura 23a) e em parte do muro ao redor da escola (Figuras 23b, 23c e 23d), respectivamente.

Figura 23 – Deterioração do concreto e armadura de aço exposta em pilares (a) e (b) e parte externa do muro da escola (c) e (d).





Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

As patologias nas armaduras aqui observadas são mencionadas por Verly (2022), ao descrever que a corrosão da armadura de aço é um dos principais problemas estruturais em edificações de concreto armado. Quando a armadura sofre danos, a estrutura pode ser comprometida. Esse fenômeno ocorre devido à penetração da umidade e agentes agressivos no concreto, reduzindo sua durabilidade. Para reparar essa deterioração, primeiramente, removeu-se a camada de concreto degradado até atingir a armadura, conforme ilustrado na Figura 24a. Em seguida, realizou-se a escovação da armadura para eliminar quaisquer impurezas presentes (Figura 24b), garantindo a superfície adequada para o tratamento. Posteriormente, aplicaram-se inibidores de corrosão para proteger a armadura e prolongar sua vida útil (Figura 24c).

Figura 24 – Remoção da camada do concreto com até 3,0cm de profundidade (a), escovação da armadura de aço (b) e aplicação do inibidor de corrosão (c).

(a)



(b)



(c)



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Por fim, a reposição do concreto foi feita com argamassa de alta resistência à corrosão, restabelecendo a integridade estrutural da peça, como se verifica nas Figuras 25 e 26, respectivamente.

Figura 25 – Aplicação do concreto com argamassa de alta resistência à corrosão.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 26 – Aplicação do concreto com argamassa de alta resistência à corrosão em pilar.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

No muro ao redor da escola também foi feito todo o reparo das armaduras expostas e aplicado chapisco decorativo (Figura 27).

Figura 27 – Aplicação de chapisco decorativo em muro.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

As intervenções realizadas nos problemas mais críticos mostraram-se eficazes e seguiram as diretrizes recomendadas na literatura como a NBR 15575:2024, que estabelece requisitos de desempenho para edificações, e os princípios de impermeabilização e controle de umidade descritos por Freitas et al. (2022) e Martino (2022). Essas referências enfatizam a importância do uso adequado de materiais impermeabilizantes, da correta aplicação de argamassa polimérica e da realização de diagnósticos precisos para evitar recorrências..

Entretanto, próximo ao término da reforma, algumas manifestações patológicas voltaram a surgir em áreas previamente reparadas, especialmente em relação à infiltração. Conforme Bolina, Helene e Tutikian (2019), a adoção de ensaios não destrutivos, como termografia infravermelha e medição de permeabilidade, poderia ter auxiliado na detecção de infiltrações ocultas e na identificação de pontos críticos antes da execução das correções. A ausência desses ensaios pode ter impactado a precisão do diagnóstico, o que explicaria a reincidência de algumas patologias.

Dessa forma, embora a reforma tenha sido bem executada e tenha solucionado a maior parte dos problemas estruturais, foi observado o reaparecimento de sinais de umidade em algumas áreas anteriormente reparadas. Esses pontos, inicialmente considerados menos problemáticos, voltaram a apresentar infiltrações, indicando que a intervenção pode não ter sido completamente eficaz nesses casos (Figuras 28 e 29).

Figura 28 – Aparição de mancha devido infiltração.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 29 – Aparição de mancha em sala de aula devido infiltração.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Como esses problemas surgiram ainda durante a reforma, foram corrigidos antes da conclusão da obra. No entanto, entende-se que poderiam ter sido evitados caso o diagnóstico da patologia tivesse sido mais preciso, conforme sugere Bolina, Helene e Tutikian (2019). Os procedimentos adotados seguiram as mesmas diretrizes já citadas para reparos de manchas causadas por infiltração, conforme ilustrado nas Figuras 30 e 31.

Figura 30 – Aplicação de fundo selador e massa látex em ambiente interno.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 31 – Pintura com tinta látex em ambiente interno.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Problemas relacionados à deterioração do concreto e à corrosão das armaduras não foram identificados até a última vistoria realizada in loco, em dezembro de 2024, poucos dias após a conclusão da reforma, que teve duração de pouco mais de um ano. No entanto, esse tipo de patologia pode levar mais tempo para se manifestar, pois está associado a processos degenerativos preexistentes. Isso reforça a importância da realização de inspeções periódicas para monitoramento da estrutura, conforme recomenda Santana (2023).

Na Figura 32, é possível observar os pilares em perfeito estado após a reforma.

Figura 32 – Pilares do refeitório após a reforma.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Nas áreas molhadas próximas aos banheiros, onde foram necessárias medidas mais cautelosas, não houve o reaparecimento de manchas, como pode ser observado na Figura 33.

Figura 33 – Parede próxima ao banheiro após a reforma.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Notou-se a aplicação de algumas medidas preventivas, como pode ser observado na Figura 34, onde foi utilizada tinta impermeabilizante no piso e imunização de madeira contra cupim, conforme Figura 35.

Figura 34 – Pintura de piso com tinta acrílica.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

Figura 35 – Imunização de madeira contra cupim.



Fonte: Arquivo pessoal, imagem obtida durante estágio em 2024.

5.2 Análise dos impactos das patologias e da reforma

O estudo revelou que, apesar da reforma realizada, algumas patologias persistiram devido a intervenções insuficientes ou à execução inadequada. Um exemplo é o problema das infiltrações, que não foram completamente solucionadas, comprometendo a durabilidade da estrutura.

A comparação com as normas técnicas, como a NBR 15575:2024, evidenciou que nem todas as medidas adotadas na reforma foram eficazes. Além disso, faz-se necessário um plano de manutenção, reforçando a importância de uma rotina preventiva na escola.

As patologias estruturais também impactam diretamente a funcionalidade do ambiente escolar. Professores e alunos relataram que salas afetadas por infiltração frequentemente precisam ser interditadas para manutenção, prejudicando o aprendizado. O mofo e a umidade foram mencionados como fatores que causam desconforto e afetam a qualidade do ambiente.

Por outro lado, após a reforma, a comunidade escolar relatou melhorias significativas na infraestrutura e no ambiente de ensino. Segundo uma matéria do portal *Mossoró Hoje* (2024), a revitalização foi amplamente elogiada por alunos, professores e responsáveis. Pais destacaram a transformação da escola, que antes apresentava sérios problemas estruturais. A avó de aluno afirmou que, antes da reforma, a instituição estava em condições precárias, mas agora oferece um espaço mais adequado ao aprendizado.

Os estudantes também apontaram melhorias no conforto térmico e na estrutura das salas de aula. Um estudante do 5º ano destacou que a climatização das salas, aliada à requalificação do pátio e da quadra, trouxe mais qualidade à rotina escolar. Professores compartilharam percepções semelhantes. A coordenadora da sala de Atendimento

Educacional Especializado (AEE) afirmou que a reforma representou um marco na história da escola, tornando o ambiente mais inclusivo e confortável para todos os alunos.

Dessa forma, observa-se que a revitalização não apenas solucionou problemas estruturais, mas também contribuiu para a melhoria da qualidade do ensino e do bem-estar de alunos e profissionais (MOSSORÓ HOJE, 2024).

Na Tabela 1 encontra-se o resumo das patologias identificadas, suas possíveis causas e soluções adotadas durante a reforma.

Tabela 1 - Resumo das patologias identificadas, possíveis causas e soluções adotadas durante a reforma.

TIPO DE PATOLOGIA	POSSÍVEIS CAUSAS	SOLUÇÃO ADOTADA
Fissuras em paredes	Recalque diferencial	Reforço estrutural e argamassa polimérica de alto desempenho
Infiltração	Falha na impermeabilização	Aplicação de produtos impermeabilizantes
Corrosão das armaduras	Deterioração do concreto e exposição à agentes químicos	Inibidores de corrosão

Fonte: autoria própria (2025).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais patologias identificadas durante o estudo foram fissuras, infiltrações, eflorescências e corrosão das armaduras, classificadas de acordo com sua origem: patologias estruturais (fissuras e corrosão das armaduras) e patologias ligadas à umidade (infiltrações e eflorescências).

A avaliação das causas dessas manifestações revelou que as patologias sugerem possíveis falhas durante a construção da escola, além de problemas na execução e uso inadequado de materiais. A ausência de um plano de manutenção preventiva agravou esses problemas, comprometendo a durabilidade da estrutura.

A investigação sobre o impacto das intervenções mostrou que, embora a reforma tenha corrigido parte das patologias, algumas falhas persistiram devido à falta de diagnósticos precisos. A não realização de ensaios limitou a eficácia das soluções adotadas, resultando em medidas paliativas para certos problemas.

Diante desses aspectos, recomenda-se que futuras reformas e manutenções adotem as seguintes práticas:

- **Implementação de um plano de manutenção preventiva**, conforme diretrizes da NBR 5674, para evitar o reaparecimento das patologias.
- **Realização de diagnósticos estruturais mais aprofundados**, incluindo ensaios não destrutivos, para garantir que as intervenções sejam mais eficazes e duradouras.
- **Fiscalização rigorosa durante a execução das reformas**, assegurando que os serviços sejam feitos de acordo com as normas técnicas e boas práticas da engenharia civil.
- **Utilização de materiais e técnicas construtivas mais adequadas** às condições climáticas e estruturais do local, visando a durabilidade da construção.
- **Aplicação de sistemas de impermeabilização adequados** em coberturas, fundações e paredes, prevenindo infiltrações e umidade ascendente.

Este estudo contribui para a compreensão dos desafios enfrentados na manutenção de uma escola pública e reforça a importância de investimentos contínuos na conservação das edificações, garantindo ambientes seguros e adequados para o aprendizado e bem-estar da comunidade escolar.

REFERÊNCIAS

AECWEB. **Quais são as causas mais comuns de fissuras nas construções?** Revista AECweb, 2021. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/quais-sao-as-causas-mais-comuns-de-fissuras-nas-construcoes/16674>. Acesso em: fev. 2025.

AGUILAR, Lorena; BRÍGIDA, Marina; SANTOS, Débora; BORBA, José. **Estudo da evolução das patologias causadas por umidade na edificação da Universidade Federal de São João del Rei - Campus Alto Paraopeba**. CINPAR 2021, p. 143-150, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/CINPAR.2021.018>. Acesso em: jan. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575-1: **Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: Abnt Editora, 2024. 107 p

BOLINA, F. L.; HELENE, P.; TUTIKIAN, B. F.. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. 320 p

CEZARIO, B. **Telhas danificadas pelas chuvas: quando é a hora de trocá-las?** Revista Casa e Jardim. 2023. Disponível em: [Telhas danificadas pelas chuvas: quando é a hora de trocá-las? | Manutenção | Casa e Jardim](#). Acesso em: fev. 2025.

CNN BRASIL. **Teto de escola desaba em Salvador durante reforma**. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/nordeste/ba/teto-de-escola-desaba-em-salvador/>. Acesso em: jan. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRABALHADORES EM EDUCAÇÃO (CNTE). **Falta de estrutura das escolas compromete educação pública no Brasil**. CNTE, 2023. Disponível em: <https://cnte.org.br/noticias/falta-de-estrutura-das-escolas-compromete-educacao-publica-no-brasil-20e3>. Acesso em: fev. 2025

CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO (CGU). **Minha Casa Minha Vida: 56,4% dos imóveis avaliados apresentam defeitos na construção**. Portal Gov.br, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/assuntos/noticias/2017/08/minha-casa-minha-vida-56-4-dos-imoveis-avaliados-apresentam-defeitos-na-construcao>. Acesso em: jan. 2025.

DALLMINAS Engenharia. **Fissuras, trincas e rachaduras: entenda a diferença**. Disponível em: <https://www.dallminas.com.br/fissuras-trincas-e-rachaduras/>. Acesso em: jan. 2025.

FLEURY, M. T. L.; WERLANG, S. R. C. **Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens**. GV Pesquisa – Anuário de Pesquisa 2016-2017. São Paulo: FGV-EAESP; FGV-EPGE, 2016. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/apgvpesquisa/article/view/72796>. Acesso em: fev. 2025.

FREITAS, P. et al. **Patologias por umidade: causas e consequências da formação de eflorescência nas edificações**. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n6-269>. Acesso em: jan. 2025.

GONZALES, F.D.; OLIVEIRA, Daniel Lameiras de; AMARANTE, Mayara do Santos. **Patologias na Construção Civil**. Pesquisa e Ação, Braz Cubas Centro Universitário, v. 6, n. 1, 2020. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/910/901>. Acesso em: fev. 2025.

GUERRA, A. de L. e R.; STROPARO, T. R.; COSTA, M. da; CASTRO JÚNIOR, F. P. de; LACERDA JÚNIOR, O. da S.; BRASIL, M. M.; CAMBA, M. **Pesquisa qualitativa e seus fundamentos na investigação científica**. Revista de Gestão e Secretariado, [S. l.], v. 15, n. 7, p. e4019. Disponível em: <https://doi.org/10.7769/gesec.v15i7.4019>. Acesso em: fev. 2025.

INOVA CIVIL. **Manifestações patológicas nas estruturas de concreto**. 2025. Disponível em: <https://inovacivil.com.br/manifestacoes-patologicas-nas-estruturas-de-concreto/>. Acesso em: fev. 2025.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 270 p

MARTINO, Giovana. **Impermeabilização: saiba como proteger sua construção da umidade**. ArchDaily Brasil, 21 set. 2022. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/988109/impermeabilizacao-saiba-como-protger-sua-construcao-da-umidade>. Acesso em: 4 fev. 2025. ISSN 0719-8906.

MONTECIELO, Janaina; EDLER, Marco Antônio Ribeiro. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. In: XXI SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 21., 2016, Cruz Alta. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br>. Acesso em: fev. 2025.

MOSSORÓ HOJE. **Escola Profª Celina Guimarães é entregue revitalizada após quase 40 anos sem reforma**. 2024. Disponível em: <https://www.mossorohoje.com.br>. Acesso em: fev. 2026.

NEVES, Antonio. **Eflorescência: O Guia Definitivo Para a Patologia**. Blok, 22 out. 2019. Atualizado em 18 jan. 2024. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>. Acesso em: fev. 2025.

PAZ, Patrícia da Silva Freire. **Análise de manifestações patológicas nas escolas públicas do RN: estudo de casos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/48626>. Acesso em: jan. 2025.

PIANCASTELLI, Élvio. **Patologias do concreto: quais são e como tratar**. AECweb, 24 out. 2012. Atualizado em 28 fev. 2023. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/patologias-do-concreto/6160>. Acesso em: fev. 2025.

PORTAL DE NOTÍCIAS. **Bolor e mofo: uma associação perigosa que agrava a bronquite**. 2021. Disponível em: <https://www.portaldenoticias.com.br/noticia/17490/bolor-e-mofo-uma-associacao-perigosa-que-agrava-a-bronquite.html>. Acesso em: fev. 2025.

RIDOLPHI, L. G.; SILVA, A. T.; SOUZA, R. R. C. D. **Deterioração do concreto armado**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 5, p. 41389-41403, maio 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n5-568>. Acesso em: jan. 2025

ROQUE, James Antonio. **Considerações sobre a vida útil do concreto**. 2005. Citação de ISAIA, 2001. Disponível em: <https://set.eesc.usp.br> Acesso em: 03 fev. 2025.

SANTANA, Evelly. **O papel da Engenharia Civil na prevenção das manifestações patológicas em estruturas de concreto**. Edifica Consultoria, 2023. Disponível em: <https://www.edificaconsultoria.com.br>. Acesso em: fev. 2025.

SANTOS, Aline Aparecida Ribeiro dos. **Fissuras em concreto armado**. 2019. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Atenas, Paracatu, 2019. Disponível em: https://www.atenas.edu.br/uniatenas/assets/files/spic/monography/FISSURAS_EM_CONCRETO_ARMADO.pdf. Acesso em: fev 2025.

SARAIVA, O. L. C. **A importância da impermeabilização na prevenção de patologias causadas pela ação da umidade em residências de alvenaria convencional**. GETEC, v. 14, p. 135-155, 2024.

SENA, Leandro. **Como limpar mofo e bolor**. Revista Higiplus. 2025. Disponível em: <https://revistahigiplus.abralimp.org.br/como-limpar-mofo-e-bolor>. Acesso em: fev. 2025.

SIMAS, Anna. **Estrutura precária afeta o ensino**. Gazeta do Povo, 2012. Disponível em: https://www.gazetadopovo.com.br/educacao/estrutura-precaria-afeta-o-ensino-3fqdq2npmd0u7ym8mvdgbeq6/?utm_source. Acesso em: fev. 2025.

SOUZA, Emerson Trindade de; PAZ, Jônatas Felipe Lucas da. **Patologia na construção civil: causas e efeitos da umidade no interior das edificações de alvenaria da Universidade Federal de Pernambuco**. 2024. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/55681>. Acesso em: fev. 2025.

SOUZA, Mariana Carvalho Garcia De. **A infraestrutura escolar influencia no aprendizado?** Sebrae Paraná, 2021. Disponível em: <https://sebraepr.com.br/comunidade/artigo/a-infraestrutura-escolar-influencia-no-aprendizado>. Acesso em: fev. 2025

TAGLIANI, Simone. **Descubra quais são as 9 patologias mais comuns na construção civil.** Engenharia 360, 2022. Atualizado em 05 mar. 2024. Disponível em: <https://engenharia360.com/patologias-mais-comuns-nas-construcoes/>. Acesso em: 16 mar. 2025.

UNESCO. **Qualidade da infraestrutura das escolas públicas do ensino fundamental no Brasil: indicadores com dados públicos e tendências de 2013, 2015 e 2017.** Brasília: UNESCO Office in Brasilia, 2019. 122 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368757>. Acesso em: jan. 2025.

VERÇOZA, Enio José. **Patologia das edificações.** Porto Alegre, Editora Sagra, p. p172, 1991.

VERLY, Rogério Calazans. **Conceitos essenciais sobre Patologias em Estruturas de Concreto – Módulo 4.** Brasília, agosto de 2022. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7815/4/M%C3%B3dulo%204%20-%20Patologia.pdf>. Acesso em: fev. 2025.