



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ALESSANDRA SILVA DA ROCHA

**PATOLOGIAS EM FOCO: AVALIAÇÃO DA DETERIORAÇÃO ESTRUTURAL NA
BIBLIOTECA DA UFERSA, CAMPUS ANGICOS - RN**

ANGICOS

2024

ALESSANDRA SILVA DA ROCHA

**PATOLOGIAS EM FOCO: AVALIAÇÃO DA DETERIORAÇÃO ESTRUTURAL NA
BIBLIOTECA DA UFERSA, CAMPUS ANGICOS - RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Cabral

ANGICOS

2024

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

RR672 Rocha, Alessandra Silva da Rocha.
p Patologias em foco: Avaliação da Deterioração
 Estrutural na Biblioteca da Ufersa, Campus
 Angicos - RN / Alessandra Silva da Rocha Rocha. -
 2024.
 94 f. : il.

 Orientador: Kleber Cavalcanti Cabral.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2024.

 1. Patologia das edificações. 2. Deterioração.
3. Diagnóstico. 4. Intervenção. 5. Manifestações
Patológicas. I. Cabral, Kleber Cavalcanti ,
orient. II. Título.

**Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com
AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Angicos Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673**

ALESSANDRA SILVA DA ROCHA

**PATOLOGIAS EM FOCO: AVALIAÇÃO DA DETERIORAÇÃO ESTRUTURAL NA
BIBLIOTECA DA UFERSA, CAMPUS ANGICOS - RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 24 / 10 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Cabral (UFERSA)
Presidente

Prof.^a Dr.^a Valquiria Melo Souza Correia (UFERSA)
Membro Examinadora

Prof. Me. Marcilio Luis Viana Correia (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de misericórdia, luz e fortaleza. Nele encontrei paz nas provações e confiança para seguir adiante. Sua presença guiou meus passos e abriu portas onde parecia não haver saída. Sem seu cuidado, nada seria possível. A Ele dedico esta conquista, pois cada vitória reflete sua infinita graça e fidelidade.

À minha querida avó, Maria Luciana de Oliveira, minha eterna gratidão. Foi ela a mão estendida nos momentos de incertezas e a voz que me ensinou a confiar no divino mesmo nas tempestades da vida. Com sua sabedoria simples e amor inabalável, ela me apresentou à luz da devoção e a presença serena de Nossa Senhora da Cabeça, ensinando-me que a fé é o alicerce que sustenta tudo. Ela, que foi mais que avó – foi guia, refúgio e inspiração –, dedico meu mais profundo agradecimento, pois sem sua influência, amor e orações, essa conquista não seria possível. Este sonho realizado é tão meu quanto dela.

À minha tia Elizabeth Luciano de Oliveira, a mulher mais forte que já conheci, dedico minha mais profunda admiração e gratidão. Sua capacidade de enfrentar as adversidades com um sorriso no rosto é um exemplo de resiliência que carrego comigo. Com sua coragem silenciosa e determinação inspiradora, ensinou-me, que mesmo nas batalhas mais difíceis, é possível seguir em frente com esperança. Obrigada por ser um farol nos momentos de escuridão e por mostrar, com sua própria vida, que a força verdadeira vem do coração. Sua presença é um presente inestimável, e sou eternamente grata por tê-la ao meu lado.

À minha amada, Amanda Jordânia Dantas Gonçalves, minha gratidão eterna e todo o meu amor. Obrigada por caminhar ao meu lado e acreditar em mim, mesmo quando duvidei, e por ser minha maior companheira nesta jornada. Sem você, este caminho teria sido muito mais árduo. Esta conquista é também sua, pois cada palavra de incentivo, cada gesto de carinho e cada momento que compartilhamos foram essenciais para eu chegar até aqui.

Aos professores que se tornaram mentores ao longo desta jornada, em especial ao meu orientador, Kleber Cavalcanti Cabral, cuja paciência e sabedoria guiaram este trabalho.

Por fim, agradeço a mim mesma, por não ter desistido, por ter acreditado que era possível e por ter tido a coragem de seguir em frente. Este trabalho é o reflexo não apenas de conhecimento adquirido, mas também de superação, persistência e transformação.

“A ciência é sobre saber, a engenharia é sobre fazer”.

Henry Petroski

RESUMO

Este trabalho aborda as manifestações patológicas em edificações, com foco na Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN. Essas patologias, como fissuras, trincas e infiltrações, comprometem a durabilidade e funcionalidade das construções, sendo essenciais diagnósticos precisos e intervenções técnicas adequadas para manter a segurança e o desempenho das estruturas. O objetivo geral é identificar e analisar as patologias presentes na edificação, propondo soluções corretivas e preventivas. A metodologia adotada incluiu uma inspeção técnica no local, levantamento fotográfico e análise das anomalias com base em normas da ABNT e referências bibliográficas especializadas. Entre os principais resultados, destacaram-se problemas como infiltração por capilaridade, corrosão em estruturas metálicas e descolamento de revestimentos, associados a falhas de execução, recalques diferenciais e ausência de impermeabilização. Para a mitigação, recomenda-se o uso de selantes flexíveis, sistemas de impermeabilização e manutenções periódicas. Conclui-se que a aplicação das intervenções propostas é essencial para prolongar a vida útil da edificação e garantir segurança e conforto aos usuários.

Palavras-chave: Patologia das edificações. Deterioração. Diagnóstico. Intervenção.

ABSTRACT

This work addresses pathological manifestations in buildings, focusing on the Library of UFERSA, Campus Angicos - RN. These pathologies, such as cracks, fissures, and infiltrations, compromise the durability and functionality of constructions, making accurate diagnostics and adequate technical interventions essential to maintain the safety and performance of structures. The general objective is to identify and analyze the pathologies present in the building, proposing corrective and preventive solutions. The adopted methodology included an on-site technical inspection, photographic survey, and analysis of anomalies based on ABNT standards and specialized bibliographic references. The main results highlighted issues such as capillary moisture infiltration, corrosion in metal structures, and coating detachment, associated with execution failures, differential settlements, and lack of waterproofing. To mitigate these issues, the use of flexible sealants, waterproofing systems, and periodic maintenance is recommended. It is concluded that implementing the proposed interventions is essential to extend the building's service life and ensure safety and comfort for its users.

Keywords: Building pathology. Deterioration. Diagnosis. Intervention.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lei de Sitter	19
Figura 2 - Causa das patologias	20
Figura 3 - Etapas do Diagnóstico de Manifestações Patológicas	25
Figura 4 - Viga com carbonatação e corrosão de concreto	27
Figura 5 - Exemplo de fissuras, trincas e rachaduras	29
Figura 6 - Descolamento em revestimentos argamassados	30
Figura 7 - Crescimento e instalação de raízes de plantas, algas e fungos em fissuras	31
Figura 8 - Mapa da Cidade de Angicos	34
Figura 9 - Vista aérea da UFERSA	34
Figura 10 - Bloco da Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN	37
Figura 11 - Projeto Arquitetônico do Bloco da Biblioteca UFERSA, Campus Angicos - RN	39
Figura 12 - Fissura de Deslizamento no Acervo Geral	40
Figura 13 - Fissura de Deslizamento nos banheiros femininos e masculinos para alunos	41
Figura 14 - Fissura de Deslizamento no Gabinete de Estudos Individuais	41
Figura 15 - Fissura de Deslizamento na Sala de Estudos em Grupo	41
Figura 16 - Fissura de Deslizamento na parte externa da edificação	42
Figura 17 - Infiltração por capilaridade na parte externa do prédio	44
Figura 18 - Fissuras e Trincas nas escadas, rampa de acesso e piso externo	46
Figura 19 - Fissuras e Trincas no Acervo Geral	47
Figura 20 - Fissuras e Trincas no Hall de Circulação de Serviço	48
Figura 21 - Fissuras e Trincas no Gabinete de Estudo de Sala em Grupo	48
Figura 22 - Fissuras e Trincas no Guarda Volume	49
Figura 23 - Fissuras e Trincas no Hall de Circulação dos usuários	49
Figura 24 - Fissuras e Trincas na Multiteca	50
Figura 25 - Fissuras e Trincas no Salão de Leitura	50
Figura 26 - Fissuras e Trincas na Sala Técnica de Informática	51
Figura 27 - Desagregação de pintura no Acervo Geral	51
Figura 28 - Desagregação de pintura no Hall de Circulação de Serviço	52
Figura 29 - Desagregação de pintura no Gabinete de Estudo Individual	52
Figura 30 - Descolamento de pisos táteis no Hall de Circulação de Serviço	53
Figura 31 - Descolamento de pisos táteis no Salão de Leitura	53
Figura 32 - Desgaste Superficial na Sala de Coordenação	54
Figura 33 - Desgaste Superficial na Sala de Processos Técnicos	55
Figura 34 - Desnível entre as juntas de dilatação no Gabinete de Estudos	56
Figura 35 - Fissura vertical no Acervo Geral	57
Figura 36 - Fissura diagonal no canto superior da esquadria no Acervo Geral	57
Figura 37 - Fissura geométrica no canto superior da esquadria nos banheiros dos usuários	58
Figura 38 - Trincas geométricas no canto superior da esquadria e no teto na área de Circulação de Serviço	58
Figura 39 - Fissura vertical entre alvenaria e pilar no Espaço Digital	59
Figura 40 - Fissuras geométricas no canto inferior da esquadria entre a alvenaria e pilar no Gabinete de Estudos Individuais	59

Figura 41 - Fissura geométrica ativa progressiva no canto inferior da esquadria no Gabinete de Salas de Estudos em Grupo	59
Figura 42 - Trincas entre juntas de dilatação no banheiro próximo ao Gabinete de Estudos Individuais	60
Figura 43 - Trincas entre juntas de dilatação no banheiro dos usuários	60
Figura 44 - Trincas superior saindo da esquadria em direção ao teto na área de Circulação de Serviço	61
Figura 45 - Trincas superior saindo da esquadria em direção ao teto no Gabinete de Estudos em Grupo	61
Figura 46 - Fissuras entre duas esquadrias no Hall de Circulação de Serviço	62
Figura 47 - Trincas na parte lateral oeste, leste e frontal externa do prédio	62
Figura 48 - Trincas nas juntas de assentamento do revestimento cerâmico do BWC feminino e masculino restrito a funcionários	63
Figura 49 - Trincas nas juntas de assentamento do revestimento cerâmico do BWC para usuários	64
Figura 50 - Rachaduras entre pilares e alvenarias na parte externa frontal do prédio da Biblioteca	64
Figura 51 - Manchas de Umidade por infiltração de água pluvial no Acervo Geral	65
Figura 52 - Manchas de Umidade por infiltração por vazamento no Acervo Reserva	65
Figura 53 - Desbotamento na parte externa do prédio	67
Figura 54 - Empolamento e Descolamento em forma de bolhas e deslocamento em placas no Acervo Geral	68
Figura 55 - Empolamento e Descolamento em forma de bolhas e deslocamento em placas na parte externa do prédio da Biblioteca	68
Figura 56 - Descolamento em placas na parte frontal externa do prédio da Biblioteca	69
Figura 57 - Descolamento de revestimentos de rodapé no Espaço Digital	69
Figura 58 - Descolamento em placas na Casa de Máquinas	71
Figura 59 - Desagregação em revestimento de pintura no Hall de Circulação de Serviço	72
Figura 60 - Fissura vertical em pilar interno na área de Circulação de Serviço	73
Figura 61 - Fissura vertical em pilar interno no Hall de Entrada	73
Figura 62 - Fissura inclinada em pilar do Gabinete de Estudo Individual	74
Figura 63 - Fissura horizontal em pilar do Guarda Volume	74
Figura 64 - Fissura vertical no centro da verga no vão de saída do Acervo Geral	75
Figura 65 - Armadura Exposta no Acervo Geral	75
Figura 66 - Corrosão de Corrimãos da parte externa do edifício	76
Figura 67 - Ausência de placas modulares de PVC nos banheiros dos funcionários	78
Figura 68 - Sobre peso em uma das placas modulares de PVC devido ao encaixe de um ar condicionado de teto no Espaço Digital	78
Figura 69 - Desencaixe de placas modulares de PVC na Sala de Restauração	79
Figura 70 - Planilha simplificada para análise de grau de risco de acordo com diretrizes do IBAPE	80
Figura 71 - Localização e distribuição das manifestações patológicas da Biblioteca	82
Figura 72 - Gráfico de Porcentagem das Manifestações Patológicas	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos aspectos a ter em conta a inspeção de um imóvel	23
Quadro 2 - Exemplo de matriz GUT	26
Quadro 3 - Classificação de aberturas de acordo com sua espessura	28
Quadro 4 - Origem da umidade nas construções	30
Quadro 5 - Grau de Risco das manifestações patológicas encontradas na Biblioteca	80
Quadro 6 - Matriz GUT das manifestações patológicas encontradas no local de estudo	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diretrizes da ABNT para Diagnóstico de Patologias em Construções	18
Tabela 2 - Metodologias Diagnósticas	32
Tabela 3 - Frequência das Manifestações Patológicas	87

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Objetivo Geral	16
1.2. Objetivos Específicos	16
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	17
2.1. Patologia na Construção Civil	17
2.2. Normas Concernentes	17
2.3. Origem das Patologias	19
2.4. Desempenho, Vida útil e Durabilidade	21
2.5. Inspeção e Diagnóstico	23
2.6. Manifestações Patológicas Mais Comuns nas Edificações	27
2.6.1. Carbonatação e Corrosão de Concreto e Armaduras	27
2.6.2. Fissuras	28
2.6.3. Umidade	29
2.6.4. Falhas Estruturais	31
2.7. Metodologias de Diagnóstico Alternativas para Patologias em Edificações	32
3. METODOLOGIA	33
3.1. Descrição da Área de Estudo	36
3.2. Vistoria Local: Prédio da Biblioteca da UFRSA, Campus Angicos - RN	38
3.3. Registros fotográficos, descrições das manifestações patológicas com suas possíveis causas e melhor prognóstico	40
3.3.1. Manifestações Patológicas verificadas nos pisos externos e internos	40
3.3.1.1. Fissura de Deslizamento	40
3.3.1.2. Infiltração por Capilaridade	44
3.3.1.3. Fissuras e Trincas	46
3.3.1.4. Desagregação de Pintura	51
3.3.1.5. Descolamento de Revestimentos	53
3.3.1.6. Desgaste Superficial ou Abrasão	54
3.3.1.7. Desníveis	56
3.3.2. Manifestações Patológicas verificadas nas Alvenarias	57
3.3.2.1. Fissuras, Trincas e Rachaduras	57
3.3.2.2. Manchas de Umidade	65
3.3.2.3. Desbotamento	66
3.3.2.4. Descolamento ou Empolamento	67

3.3.2.5. Desagregação e Erosão	71
3.3.3. Manifestações Patológicas verificadas nas Estruturas de Concreto	72
3.3.3.1. Fissuras e Trincas	72
3.3.3.2. Armaduras Exposta	75
3.3.3.3. Corrosão de Estruturas Metálicas	76
3.3.4. Manifestações Patológicas verificadas nos Forros Modulares	77
3.3.4.1. Deformações ou Empenamento	77
3.4. Planilha de Grau de Risco de acordo com a norma do IBAPE	79
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	82
4.1. Localização e Distribuição das Manifestações Patológicas da Biblioteca	82
4.2. Análise das Patologias através da matriz GUT	83
4.3. Análise de Frequência e Gráfico de Distribuição das Patologias	86
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
6. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	91
7. REFERÊNCIAS	

1. INTRODUÇÃO

Designa-se genericamente por Patologia das Estruturas, esse novo campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas (SOUZA e RIPPER, 1998).

A perda de desempenho das estruturas é estudada pela Patologia que é uma área da construção civil. Para se entender como decorre a degradação das estruturas e materiais é necessário conhecer um integrado de princípios e metodologias. Já as manifestações patológicas é o sintoma (defeito) que a estrutura está apresentando, podendo ser elas de diversas origens diferentes, como por exemplo de Movimentações térmicas, de recalques diferenciais e de pinturas. Assim percebemos que as manifestações patológicas são os problemas já notáveis e apresentáveis e a patologia é a pressuposição do que pode ocorrer.

Mesmo com os avanços tecnológicos na construção civil, as manifestações patológicas sempre surgirão, pois estão diretamente ligadas a etapas básicas, como a concepção, a execução e a utilização. Segundo a norma NBR 15575-1 (ABNT, 2021) para se atender os requisitos exigidos dos usuários, é requerido um nível mínimo de desempenho, durabilidade e vida útil.

Esse trabalho ampara-se pela insuficiência de conhecimento de como nascem essas manifestações patológicas e do porquê isso acontece na Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN, no qual será analisado e proposto soluções preventivas e/ou corretivas, visando prolongar o tempo de vida útil.

1.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo principal identificar manifestações patológicas evidenciadas na Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN e propor soluções técnicas construtivas.

1.2. Objetivos Específicos

- Efetuar vistoria na Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN;
- Registrar fotograficamente as manifestações patológicas aparentes;
- Identificar a origem das manifestações e propor um prognóstico;
- Verificar o comportamento das manifestações patológicas;
- Catalogar os tipos e as causas das manifestações patológicas mais recorrentes.

Este trabalho lista as principais patologias que afetam as obras, como a deterioração do aço, madeira e concreto, com suas causas, sintomas e terapias.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Patologia na Construção Civil

Conforme Andrade (2021, p. 15), a palavra 'patologia' deriva do grego, onde 'pathos' significa doença e 'logos' significa estudo. Na construção civil, este conceito é aplicado para investigar, avaliar e propor soluções para alterações indesejáveis em componentes estruturais.

As manifestações patológicas podem surgir durante ou após a execução da obra e comprometem tanto a segurança estrutural quanto a estética da edificação. As causas são variadas, como erros no projeto, falhas de execução, uso inadequado de materiais e ausência de manutenção preventiva (Helene, 1992).

Segundo Souza e Lima (2019), as condições ambientais, como alta umidade e variação térmica, são fatores relevantes que aceleram o surgimento dessas manifestações.

A gestão de manifestações patológicas requer inspeção e diagnóstico precisos, além da aplicação de técnicas de reparo e medidas preventivas, conforme recomendam Carvalho e Menezes (2018). Essa gestão das manifestações patológicas na construção civil envolve a aplicação de técnicas de inspeção, diagnóstico e reparo, além da implementação de medidas preventivas durante todas as fases do projeto e da execução da obra. Isso requer a colaboração de profissionais qualificados, como engenheiros civis, arquitetos, técnicos especializados em materiais de construção, entre outros.

Assim, a abordagem das manifestações patológicas na construção civil não se limita apenas à correção de defeitos visíveis, mas abrange uma compreensão profunda dos processos construtivos e dos materiais utilizados, visando garantir edificações seguras, duráveis e funcionais para seus usuários.

2.2. Normas Concernentes

Com referência às normas brasileiras relacionadas às manifestações patológicas, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui regulamentações a serem respeitadas, conforme apresentado na Tabela 1, que detalha as principais normas pertinentes e suas diretrizes para a identificação e avaliação de patologias em edificações.

Tabela 1 – Diretrizes da ABNT para Diagnóstico de Patologias em Construções

SEÇÃO	NORMA	DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO
Normas Gerais de Desempenho e Estruturas	NBR 15575 (ABNT, 2021) - Edificações Habitacionais - Desempenho	Define requisitos mínimos para desempenho de edificações residenciais, evitando manifestações como infiltrações e fissuras.
	NBR 6118 (ABNT, 2014) - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento	Critérios para o dimensionamento de detalhamento de estruturas de concreto, prevenindo fissuras, deformações e colapsos.
	NBR 8800 (ABNT, 2008) - Projeto de Estruturas de Aço e Mistas	Requisitos para estruturas metálicas e mistas, prevenindo corrosão e deformações excessivas.
Normas de Concreto e Alvenaria	NBR 12655 (ABNT, 2022) - Concreto - Preparo, Controle e Aceitação	Procedimentos para controle de qualidade do concreto, evitando baixa resistência e fissuras.
	NBR 15900 (ABNT, 2009) - Critérios de Medição de Deformações	Métodos para medir deformações e monitorar a saúde estrutural do concreto.
	NBR 13281 (ABNT, 2017) - Argamassa para Assentamento e Revestimento	Requisitos para argamassas, prevenindo descolamentos e fissuras.
	NBR 13755 (ABNT, 2010) - Revestimentos Cerâmicos e Argamassa Colante	Especificações para revestimentos cerâmicos, evitando infiltrações e trincas.
Normas de Impermeabilização e Estanqueidade	NBR 9575 e 9574 (ABNT, 2010) - Impermeabilização - Projeto e Execução	Diretrizes para sistemas de impermeabilização, prevenindo infiltrações e umidade.
	NBR 11682 (ABNT, 2014) - Estanqueidade à água	Métodos para testar a resistência à água de elementos construtivos.
Normas de Fundações e Geotecnia	NBR 6122 (ABNT, 2019) - Projeto e Execução de Fundações	Diretrizes para fundações, evitando recalques e deslizamentos.
	NBR 6484 (ABNT, 2018) - Sondagens com SPT	Procedimentos para sondagem do solo, evitando instabilidade e assentamentos.
Normas de Inspeção e Manutenção	NBR 15577 (ABNT, 2015) - Reatividade Álcali-Agregado	Procedimentos para prevenir fissuras por reações químicas nos agregados.
	NBR 16747 (ABNT, 2020) - Inspeção Predial	Diretrizes para inspeção de edificações, identificando patologias precocemente.
Normas Complementares	NBR 7190 (ABNT, 2014) - Estruturas de Madeira	Critérios para evitar patologias em estruturas de madeira, como apodrecimento.
	NBR 5419 (ABNT, 2015) - Proteção contra Descargas Atmosféricas	Diretrizes para proteção contra raios, evitando danos e incêndios.

Fonte: Autoria Própria (2024)

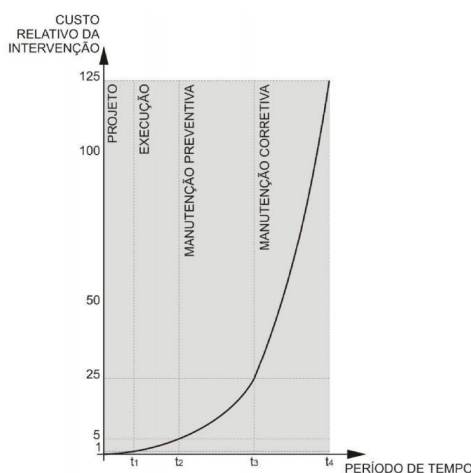
As normas são aplicadas em fases distintas do ciclo de vida da edificação: desde o projeto, passando pela execução, até a fase de uso e manutenção. Elas ajudam a prevenir manifestações patológicas comuns, como fissuras, descolamentos, infiltrações, corrosão, deformações, recalques e reações químicas indesejadas. A aplicação correta dessas normas garante a qualidade, durabilidade e segurança da edificação, evitando custos adicionais com reparos e garantindo o desempenho ao longo do tempo.

2.3. Origem das Patologias

De acordo com o estudo de Helene (1992), a lei de De Sitter tem quatro fases com custos crescentes em progressão geométrica de razão cinco. Essas fases são projeto, execução, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

Na etapa do projeto são consideradas medidas que visam garantir vida útil e segurança. Na fase de execução são determinados critérios durante e após a construção, é nessa etapa que comumente o custo pode aumentar caso não tenha sido tomadas medidas na concepção do projeto. Na etapa de Manutenção Preventiva, a edificação já está em uso, custam 5 vezes menos do que resolver problemas depois que eles aparecem. Porém, os primeiros geram custos 25 vezes maiores se forem adotados após a fase de projeto, para obter proteção e estabilidade equivalentes da estrutura. E, na etapa de Manutenção Corretiva é parte de correção das manifestações patológicas perceptíveis. Na Figura 1 visualizamos a Lei de Sitter:

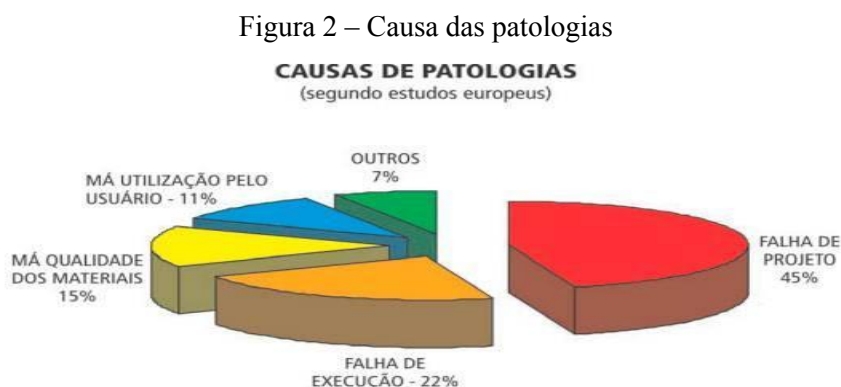
Figura 1 – Lei de Sitter



Fonte: HELENE (1992).

As manifestações patológicas na construção civil referem-se a falhas, defeitos ou anomalias que surgem em edificações e infraestruturas ao longo do tempo, comprometendo seu desempenho e segurança. Essas manifestações patológicas podem ter diversas origens, desde problemas de projeto e execução até má utilização de materiais ou falta de manutenção adequada.

A Figura 2 mostra o percentual das causas mencionadas anteriormente:



Fonte: COUTO (2007)

Uma das principais causas das manifestações patológicas na construção civil está associada à fase de projeto. O projeto de uma obra é essencial para garantir que uma edificação funcione melhor e atenda aos requisitos de segurança e durabilidade. Projetos mal elaborados, com erros de dimensionamento ou escolha específica de materiais, podem resultar em falhas estruturais ao longo do tempo. Segundo Reis e Martins (2018), “a falta de uma análise criteriosa do solo e das cargas atuantes durante a fase de projeto pode causar manifestações patológicas como recalques diferenciais e fissuras no fundo.

Outro fator crítico é a ausência de consideração das condições climáticas e ambientais no momento da concepção do projeto. Regiões com alta umidade ou exposição frequente à ação de ventos fortes, por exemplo, exigir projetos específicos para lidar com esses agentes externos. Quando essas avaliações não são corretamente avaliadas, surgem problemas como infiltrações e manipulação precoce de materiais (SOUZA; LIMA, 2019).

A fase de concepção é o momento inicial de qualquer empreendimento na construção civil. Nessa fase, são definidos os parâmetros que orientarão o projeto, desde o estudo de análises técnicas e econômicas até a escolha dos materiais e tecnologias a serem empregadas. Segundo Campos (2015), “a fase de concepção envolve uma análise de fatores como o tipo de solo, o

impacto ambiental e a regulamentação local”. Além disso, é nessa fase que o projeto de atualização é elaborado, considerando aspectos estéticos, específicos e estruturais.

Durante a fase de utilização, a qualidade da obra depende de uma boa cooperação entre os diversos profissionais envolvidos e da utilização de técnicas construtivas adequadas. A fiscalização e o controle de qualidade são essenciais para garantir que o que foi planejado seja, de fato, executado corretamente (CARVALHO; MENEZES, 2018). De acordo com Lima e Santos (2016), “a má execução ou a ausência de controle rigoroso pode resultar em manifestações patológicas construtivas que comprometem a segurança e a durabilidade da edificação”.

Após a conclusão da execução, inicia-se uma fase de utilização, que se prolonga por toda a vida útil da edificação. Durante esse período, é fundamental realizar manutenções preventivas e corretivas, que garantam o bom funcionamento das instalações e a preservação das condições de segurança e habitabilidade. Segundo Pinheiro (2019), “a falta de manutenção adequada é uma das principais causas de manifestações patológicas em edificações, como infiltrações, fissuras e manipulação de materiais.

A fase de utilização também é o momento em que os sistemas de operação da edificação (como energia, água, esgoto, ventilação e segurança) são colocados à prova. A qualidade da concepção e da execução impacta diretamente o desempenho da obra ao longo do tempo, sendo necessário monitorar e corrigir.

2.4. Desempenho, Vida Útil e Durabilidade

Segundo Souza e Ripper (1998, pg.17), “entende-se o comportamento em serviço de cada produto, ao longo da vida útil, e a sua medida relativa espelhará, sempre, o resultado do trabalho desenvolvido nas etapas de projeto, construção e manutenção.” É uma medida abrangente que considera desde a resistência estrutural até o conforto ambiental proporcionado aos usuários. Aqui estão alguns pontos-chave sobre o conceito de desempenho na construção civil:

Aspectos do Desempenho na Construção Civil:

- A. Desempenho Estrutural:** Refere-se à capacidade da estrutura da edificação de suportar as cargas aplicadas e resistir a forças externas, como vento, terremotos e sobrecargas.

B. Desempenho Funcional: Envolve a capacidade da edificação de atender às necessidades e expectativas dos usuários para os quais foi projetada. Isso inclui a funcionalidade dos espaços internos, layout adequado, eficiência operacional de sistemas e facilidade de manutenção.

C. Desempenho Térmico: Relaciona-se à capacidade da edificação de manter condições térmicas confortáveis para os ocupantes, minimizando o consumo de energia para aquecimento e refrigeração.

D. Desempenho Acústico: Refere-se à capacidade da edificação de controlar a transmissão de som entre diferentes espaços e ambientes externos, garantindo conforto acústico para os usuários.

E. Desempenho Ambiental: Inclui aspectos relacionados à sustentabilidade e ao impacto ambiental da edificação, como eficiência energética, uso de materiais sustentáveis, gestão de resíduos e impacto no entorno urbano.

F. Desempenho Durável: Considera a capacidade da edificação de manter suas características essenciais de desempenho ao longo do tempo, resistindo à deterioração física, química e ambiental.

A vida útil, no contexto da construção civil e de engenharia, refere-se ao período de tempo estimado durante o qual um componente, sistema ou estrutura de uma edificação pode desempenhar suas funções de maneira satisfatória, conforme projetado e instalado, sem a necessidade de grandes intervenções ou reparos significativos.

A NBR 15575 (ABNT, 2021) conhecida como Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais, aborda diversos aspectos relacionados ao desempenho das edificações ao longo do tempo, incluindo a vida útil (VU) e a vida útil projetada (VUP) de seus sistemas, componentes e subsistemas. Existem alguns aspectos fundamentais da vida útil, como a sua durabilidade e resistência, a sua funcionalidade e a manutenção.

Compreender e gerenciar a vida útil das edificações é essencial para promover construções sustentáveis, seguras e econômicas ao longo do tempo. Devido a isto, normas técnicas como as NBR 's brasileiras, definem requisitos mínimos de vida útil para diferentes componentes de construção, já que esta pode ser influenciada por diversos fatores como: qualidade dos materiais, projeto adequado, condições ambientais e práticas de manutenção.

A durabilidade pode ser definida como a capacidade da edificação de manter suas características essenciais de desempenho e segurança ao longo do tempo, considerando as condições de uso previstas e a manutenção adequada. Isso inclui a resistência a ações externas como intempéries, umidade, agentes químicos, desgaste físico, entre outros fatores que possam comprometer a integridade da construção. Concordando-se que para que haja durabilidade é preciso prever a vida útil.

2.5. Inspeção e Diagnóstico

No decurso da inspeção de todas as partes do edifício, todas as anomalias encontradas serão avaliadas e classificadas. Esta primeira fase de observação e análise é muito singular de cada investigador, pois cada um baseia-se na sua intuição, conhecimento e experiência. Para uma rica inspeção visual de um edifício ou construção corrente, a observação deve conter uma visão holística, que deve englobar vários parâmetros, como: local de implantação, estrutural e exteriores e interiores dos edifícios. No Quadro 1, compreendemos melhor os parâmetros citados a serem considerados na avaliação das condições do imóvel.

Quadro 1 – Resumo dos aspectos a ter em conta a inspeção de um imóvel (Cóias, 2006)

Parte do edifício	Aspectos a ter em conta
Local de implantação	Terreno de fundação
	Acessos e arranjos exteriores
	Infra-estrutura local
	Estacionamento, garagem
Envolvente	Paredes
	Coberturas
	Guarnecimento dos vãos
Interiores	Pavimentos e tectos
	Paredes interiores

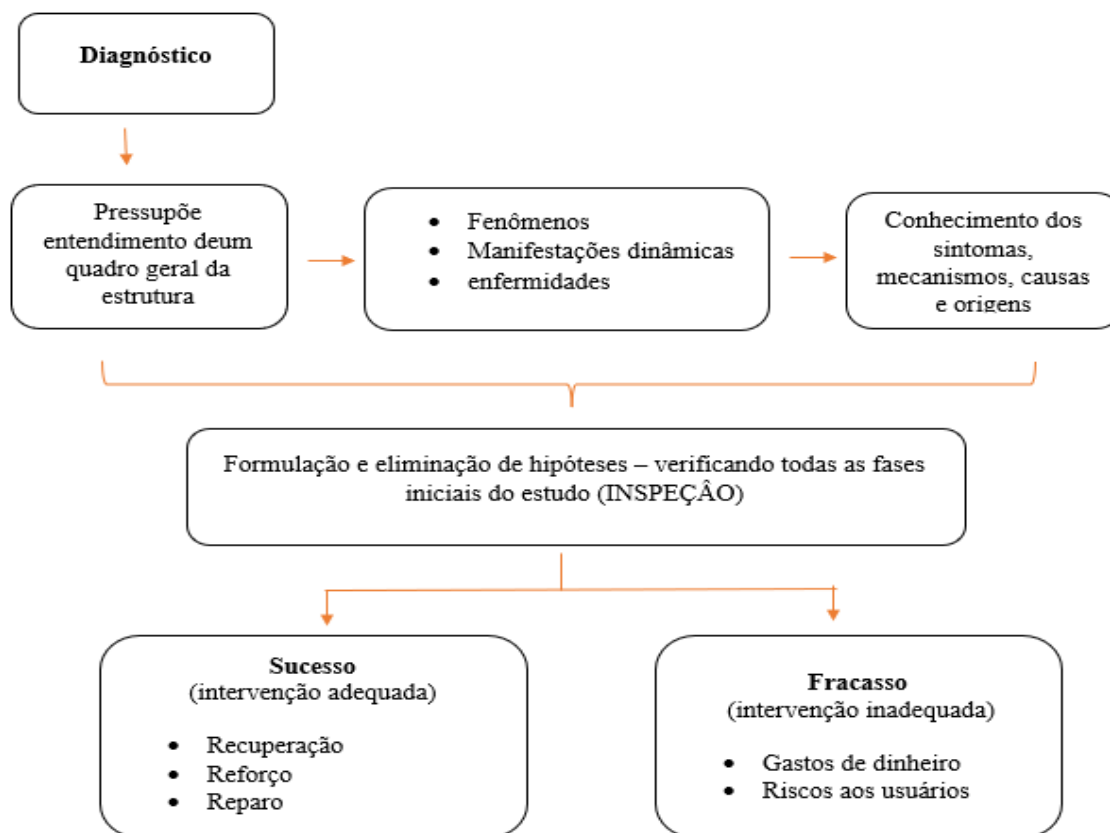
Fonte: **Manual Técnico para Implantação de Edifícios**. Disponível <<https://www.dg.meu.pt>> Acesso em: 15 out. 2024.

Na segunda fase, após a investigação e com o levantamento das informações prontas, obtemos o diagnóstico. Para o diagnóstico correto das manifestações patológicas na construção civil, é essencial uma abordagem sistemática e cuidadosa para identificar as causas subjacentes dos problemas observados (LICHTENSTEIN, 1985; NAZARIO; ZANCAN, 2011). Aqui estão os passos principais para realizar um diagnóstico adequado:

- ☐ Inspeção Visual: Realize uma inspeção visual detalhada da estrutura afetada. Observe e registre todas as manifestações visíveis, como fissuras, manchas, eflorescências, descolamentos de revestimentos, entre outros (CREMONINI, 1988).
- ☐ Levantamento de Histórico: Coleta de informações sobre a história da construção, incluindo projetos originais, materiais utilizados, datas de construção, intervenções anteriores e problemas relatados anteriormente.
- ☐ Análise Documental: Revisão de documentos técnicos, como relatórios de inspeção anteriores, registros de manutenção e qualquer documentação relacionada à construção e aos materiais utilizados (SABBADINI, 2003).
- ☐ Medições e Testes: Realização de medições precisas e testes laboratoriais, quando necessário, para avaliar parâmetros como umidade, resistência dos materiais, pH, teor de sais, entre outros.
- ☐ Entrevistas e Observações: Conversas com moradores, usuários ou responsáveis pela manutenção da estrutura para obter informações sobre padrões de uso, problemas observados ao longo do tempo e condições ambientais (SOUZA; RIPPER, 1998).
- ☐ Análise de Causas Prováveis: Com base nas informações coletadas, formule hipóteses sobre as causas prováveis das manifestações patológicas observadas, considerando fatores como movimentações estruturais, ação de agentes agressivos, erros de projeto ou execução, entre outros.
- ☐ Elaboração de Relatório: Compile todas as informações coletadas em um relatório técnico detalhado, incluindo descrição das manifestações observadas, análise das causas prováveis, resultados de medições e testes, e recomendações para reparos e medidas preventivas.
- ☐ Recomendações para Intervenção: Com base no diagnóstico realizado, proponha medidas corretivas adequadas para solucionar os problemas identificados e evitar reincidência das manifestações patológicas.

As etapas para o diagnóstico das manifestações patológicas em edificações são fundamentais para identificar e analisar as causas dos problemas. O processo envolve uma abordagem sistemática que abrange desde a inspeção visual até a elaboração de relatórios, permitindo intervenções adequadas e preventivas. A Figura 3 ilustra essas etapas de forma clara e concisa.

Figura 3 – Etapas do Diagnóstico de Manifestações Patológicas



Fonte: Adaptado de Tutikian (2013)

No entanto, o conceito de classificação de risco é comumente utilizado na engenharia civil para avaliar a severidade e a urgência de intervenções necessárias em edificações. Geralmente, são considerados critérios para saber qual grau de risco aquela manifestação patológica está enquadrada, como a gravidade do problema, as consequências potenciais associadas à continuidade do problema, a possibilidade de que o problema se agrave com o tempo, caso as medidas corretivas não sejam realizadas, e a exposição ao risco direto que o problema tem na funcionalidade e na segurança da estrutura (IBAPE, 2020; NBR 5674, 2013; NBR 15575, 2021). Assim, a especificação do grau de risco é subdividida em:

- **Crítico:** Intervenções imediatas e urgentes são necessárias para mitigar os riscos iminentes. Isso pode incluir evacuação temporária ou interdição de áreas afetadas, seguidas por reparos emergenciais para restaurar a segurança estrutural (IBAPE, 2020).

- Médio: Problemas classificados como de médio risco indicam condições que, se não tratadas, podem evoluir para problemas mais sérios no futuro ou afetar a funcionalidade total da construção (IBAPE, 2020).
- Mínimo: Representam preocupações menores que não comprometem a segurança estrutural imediata nem afetam significativamente a funcionalidade ou a estética da edificação (IBAPE, 2020).

Essa classificação é amplamente aplicada em inspeções prediais, sendo regulamentada por normas técnicas e diretrizes de instituições especializadas, como o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (NBR 5674, 2013; NBR 15575, 2021).

A metodologia da matriz GUT é uma ferramenta de priorização de recuperação das manifestações patológicas a serem tratadas, que avalia Gravidade, Urgência e Tendência, usada na gestão da manutenção predial e regida por normas como as do IBAPE (IBAPE, 2020) e NBR 5674 (ABNT, 2013). Vejamos um exemplo da matriz GUT no Quadro 2.

Quadro 2 – Exemplo de matriz GUT

Matriz GUT				
Pontos	G Gravidade Consequência se nada for feito	U Urgência Prazo para tomada de decisão	T Tendência Proporção do problema no futuro	G x U x T
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato	$5 \times 5 \times 5 = 125$
4	Muito Grave	Com alguma urgência	Vai piorar em curto prazo	$4 \times 4 \times 4 = 64$
3	Grave	O mais cedo possível	Vai piorar em médio prazo	$3 \times 3 \times 3 = 27$
2	Pouco Grave	Pode esperar um pouco	Vai piorar em longo prazo	$2 \times 2 \times 2 = 8$
1	Sem Gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar ou pode até melhorar	$1 \times 1 \times 1 = 1$

Fonte: Adaptado de Oliveira et al (2018)

O uso da Matriz GUT na construção civil fornece uma abordagem sistemática e objetiva para a priorização de problemas. Ela facilita a alocação de recursos e esforços para resolver os problemas mais críticos, garantindo que as questões de maior gravidade, urgência e tendência

sejam tratadas com a devida atenção. A aplicação dessa ferramenta ajuda a evitar atrasos e custos extras, além de mitigar riscos à segurança e à durabilidade da edificação.

2.6. Manifestações Patológicas Mais Comuns nas Edificações

2.6.1. Carbonatação e Corrosão de Concreto e Armaduras

A deterioração do concreto e da armadura é um problema significativo na engenharia civil, afetando a durabilidade e a segurança das estruturas (COSTA; ZANCAN, 2012; IBAPE, 2020). O concreto, por ser um material poroso, está sujeito à penetração de agentes agressivos, como água, dióxido de carbono, cloretos e sulfatos, que podem iniciar processos de deterioração (SOUZA; RIPPER, 1998). Ao mesmo tempo, a armadura de aço, embora seja um excelente material para resistir a tensões de tração, pode corroer quando exposta a esses agentes agressivos (GOMIDE; PUJADAS; FAGUNDES NETO, 2009).

A principal forma de deterioração do concreto é a carbonatação, um processo em que o dióxido de carbono da atmosfera reage com o hidróxido de cálcio presente no concreto, formando carbonato de cálcio (CREMONINI, 1988; SABBADINI, 2003). Isso diminui o pH do concreto e reduz a camada alcalina que protege a armadura contra a corrosão. Consequentemente, a armadura de aço fica exposta aos agentes agressivos e pode começar a corroer. A Figura 4 demonstra este tipo de manifestação patológica.

Figura 4 - Viga com carbonatação e corrosão do concreto



Fonte: (<https://www.coplas.com.br/corrosao-em-armaduras-causas-e-metodos-de-prevencao/>).

Esse tipo de manifestação patológica, no início, apresenta seus sintomas como manchas brancas na superfície do concreto, e logo após pode apresentar fissuras e deslocamento do recobrimento do concreto (LICHTENSTEIN, 1985; NAZARIO; ZANCAN, 2011).

2.6.2. Fissuras

Em concordância com o cenário literário contemporâneo, que inclui estudos de Gomide, Pujadas e Fagundes Neto (2009), diretrizes do IBAPE (2020), e análises de Costa e Zancan (2012), a fissura é uma abertura estreita e alongada que pode se formar na superfície de um material, especialmente em estruturas de concreto, alvenaria ou outros materiais de construção (ABNT, 2013; ABNT, 2021). Elas são comuns em muitos tipos de construções e podem ocorrer por uma variedade de razões, como movimentação térmica, atuação de sobrecargas, deficiência em revestimentos e retração do cimento ao final do processo de enrijecimento (SOUZA; RIPPER, 1998).

Segundo Cardoso e Gomes (2018, pg. 5), “ A movimentação higroscópica é caracterizada por uma expansão diferenciada por umidade, podendo ocorrer movimentações térmicas, inclusive por sobrecarga”. Existem classificações de fissuras, o que vai depender da profundidade e espessura atingida, diferenciando assim fissura de rachadura. No Quadro 3, são apresentadas as classificações de fissuras de acordo com sua espessura.

Quadro 3 - Classificação de aberturas de acordo com sua espessura

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissuras	Até 0,5
Trincas	De 0,5 até 1,5
Rachaduras	De 1,5 até 5,0

Fonte: (Adaptado de SILVA, JONOV, 2019)

Segundo Duarte (1998, apud Lima, 2019), e as fissuras podem se apresentar em duas formas, como uma fissura isolada que se expõe como linhas, rente as juntas de assentamento ou partindo os tijolos, e as fissuras mapeadas são apresentadas como uma teia. As duas formas podem surgir nas direções horizontais e/ou verticais. Vejamos na Figura 5 a ilustração de fissuras, trincas e rachaduras.

Figura 5- Exemplo de fissuras, trincas e rachaduras



Fonte: (Andrade, 2021)

As principais causas de fissuras em estruturas são recalques, erros no cálculo ou execução da fundação e sobrecarga. Fissuras podem parecer mais graves do que realmente são devido à preocupação dos proprietários. Muitas vezes, essas rachaduras não comprometem a estabilidade da estrutura, mas afetam sua aparência. Por vezes, várias fissuras passam despercebidas por anos, prejudicando o desempenho da estrutura.

2.6.3. Umidade

A umidade é a quantidade de água presente em um determinado material ou substância, como o ar, solo ou alimentos. No caso do solo, a umidade se refere à quantidade de água contida nos seus poros, geralmente expressa como uma porcentagem do peso seco do solo (ALBUQUERQUE, 2018; CASSAR, 2004). A umidade influencia diretamente diversas propriedades do solo, como sua densidade, coesão e capacidade de suportar cargas (COSTA; ZANCAN, 2012; THOMAZ, 1989). Controlar a umidade é essencial em diversas áreas, como agricultura, engenharia civil e climatologia, pois afeta o comportamento de materiais e processos naturais (LIMA; RIBEIRO, 2011; BRESCIA, 2009).

Em termos gerais, a umidade pode ser classificada como:

- Umidade absoluta: quantidade total de vapor d'água presente em uma amostra de ar ou solo.
- Umidade relativa: relação entre a quantidade de vapor d'água presente no ar e a quantidade máxima que o ar pode conter em uma dada temperatura, expressa em porcentagem.

As manifestações patológicas por umidade podem apresentar problemáticas secundárias como: ferrugem, bolhas e manchas, tintas descascadas, fungos, bactérias e mofo, revestimentos se desfazendo. Através do aparelho humidímetro é possível verificar se a umidade nas superfícies estão com índices fora do convencional. Conforme ilustrado na Figura 6, o descolamento em revestimentos argamassados é uma manifestação patológica que pode comprometer tanto a estética quanto a funcionalidade das superfícies, resultando em áreas danificadas que requerem atenção e correção.

Figura 6 - Descolamento em revestimentos argamassados



Fonte: (<https://dev.blogdaliga.com.br/conheca-as-patologias-mais-comuns-em-revestimentos/>)

As origens das manifestações patológicas ligadas à umidade estão relacionadas com o local que estão sendo emergidas. No Quadro 4, podemos entender melhor esta relação.

Quadro 4 – Origem da umidade nas construções

ORIGEM DA PATOLOGIA	LOCAL QUE SE ENCONTRA A PATOLOGIA
Umidade que vem da execução da construção	Confecção do concreto, argamassa e pinturas
Umidade das chuvas	Coberturas, paredes e lajes de terraços
Por capilaridade	Paredes, terra através da umidade do solo
Vazamentos de rede de água e esgoto	Paredes, terraços, pisos e telhados
Por condensação	Paredes, forros, pisos, banheiros, cozinhas e garagem

Fonte: Adaptado de SILVA E SALES (2013)

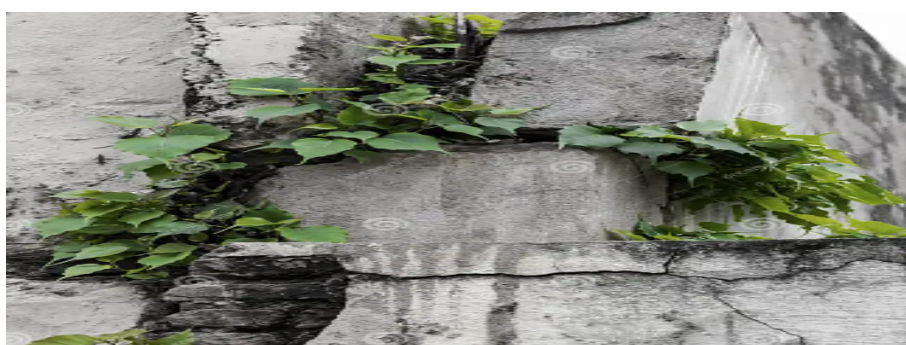
2.6.4. Falhas Estruturais

As origens das manifestações patológicas por falhas estruturais podem depender tanto de um trabalho equivocado das equipes técnicas, quanto de fatores externos, seja nas etapas de concepção do projeto, construção ou utilização (THOMAZ, 1989; GOMIDE; PUJADAS; FAGUNDES NETO, 2009).

Na etapa de projeto, as causas incluem modelização estrutural inadequada, avaliação incorreta de cargas, detalhamento deficiente de armaduras, interação solo-estrutura defeituosa e juntas de dilatação (COSTA; ZANCAN, 2012). Já na etapa de construção, as falhas mais comuns são: deficiência na execução das partes de uma edificação e seus subsistemas, quando não se respeita as informações dos projetos, utilização incorreta dos materiais — como uso de fck menor, aço diferente do especificado, fundações executadas em solos de menor resistência, dosagem desajustada de concreto, utilização de blocos cerâmicos em paredes (ALBUQUERQUE, 2018; CASSAR, 2004). Por fim, na etapa de utilização, quando a edificação já está em uso, depende das providências do usuário para realizar as manutenções preventivas (SOUZA; RIPPER, 1998).

Algumas falhas estruturais podem ser causadas por fatores naturais, sendo elas físicas, químicas e biológicas, que dependem do comportamento dos materiais de acordo com o ambiente em que se encontram e as ações dos esforços solicitantes (LIMA; RIBEIRO, 2011; BRESCIA, 2009). Na Figura 7 apresenta uma manifestação patológica por causas naturais.

Figura 7 - Crescimento e instalação de raízes de plantas, algas e fungos em fissuras



Fonte: (<https://pt.dreamstime.com/planta-que-cresce-com-fissuras-na-parede-antiga-de-concreto-pedra-atrav%C3%A9s-quebra-da-estrutura-do-bet%C3%A3o-velho-image178435112>)

2.7. Metodologias de Diagnóstico Alternativas para Patologias em Edificações

Com a evolução das tecnologias aplicadas à engenharia civil, observamos a integração de metodologias diagnósticas inovadoras que têm o objetivo de detectar, monitorar e prevenir patologias em edificações. Essas abordagens proporcionam inspeções mais precisas e eficientes, além de serem minimamente invasivas, promovendo a preservação das estruturas e garantindo maior durabilidade e segurança das construções. A seguir, apresentamos metodologias essenciais, detalhando seus princípios de funcionamento e suas aplicações práticas, refletindo nosso compromisso em atuar de maneira técnica, profissional competente, responsável e exemplar na manutenção da integridade estrutural. A Tabela 2 apresenta um resumo das metodologias diagnósticas discutidas, destacando seus princípios de funcionamento, normas associadas, vantagens e limitações, proporcionando uma visão clara e concisa para apoiar a análise e a tomada de decisões nas práticas de manutenção e intervenções em edificações.

Tabela 2 - Metodologias Diagnósticas

Metodologia	Princípio de Funcionamento	Norma Associada	Vantagens	Limitações
Termografia Infravermelha	Detecta radiações infravermelhas emitidas, gerando imagens de variações de temperatura.	ISO 18434-1	Técnica não destrutiva e rápida.	Interferências externas podem comprometer a leitura.
Ultrassom para Estruturas	Utiliza ondas acústicas para detectar fissuras internas e vazios em estruturas de concreto.	ASTM C1383	Alta precisão na detecção de falhas internas.	Requer mão de obra qualificada para interpretação.
Esclerometria	Mede a resistência superficial do concreto com um martelo de impacto.	ASTM C805	Simplicidade e rapidez na aplicação.	Avalia apenas a superfície, não detecta falhas internas.
Radar de Penetração no Solo (GPR)	Emite ondas eletromagnéticas para localizar tubulações, armaduras e vazios internos.	ASTM D6432	Precisão na detecção de anomalias ocultas.	Resultados podem ser afetados pela umidade do solo.

Medição de Umidade por Higrômetros	Mede o teor de umidade em paredes e pisos para identificar infiltrações.	ASTM F2170	Diagnóstico preciso de problemas relacionados à umidade.	Pode exigir múltiplas medições para maior exatidão.
Ensaio Químico e Monitoramento de Carbonatação	Avalia o pH e a profundidade de carbonatação no concreto, prevenindo corrosão de armaduras.	EN 14630	Simplicidade e eficácia na avaliação.	Avaliação limitada ao local de aplicação do reagente.
Modelagem BIM Integrada com Inspeções	Criação de um modelo digital da edificação, integrando dados das inspeções para monitoramento contínuo.	N/A	Melhora a gestão das informações e otimiza intervenções.	Requer treinamento especializado e altos custos iniciais.

Fonte: Autoria Própria (2024)

Essas metodologias representam um avanço significativo na engenharia civil, contribuindo para diagnósticos mais precisos e intervenções seguras, reforçando a importância da inovação no monitoramento da saúde estrutural.

3. METODOLOGIA

O local de estudo de caso é o Bloco da Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN, foi realizada uma inspeção das manifestações patológicas em todos os setores construídos a fim de investigar quais os tipos de manifestações patológicas foram gerados, as suas causas e o prognóstico adotado.

Município de Angicos, região central da capital do Rio Grande do Norte, segundo dados do IBGE 2022 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Em 2022, a população era de 11.632 habitantes e a densidade demográfica era de 15,69 habitantes por quilômetro quadrado. Na comparação com outros municípios do estado, ficava nas posições 49 e 144 de 167. Já na comparação com municípios de todo o país, ficava nas posições 2678 e 3701 de 5570. Na Figura 8 demonstra a cidade de Angicos - RN dentro do mapa do Rio Grande do Norte.

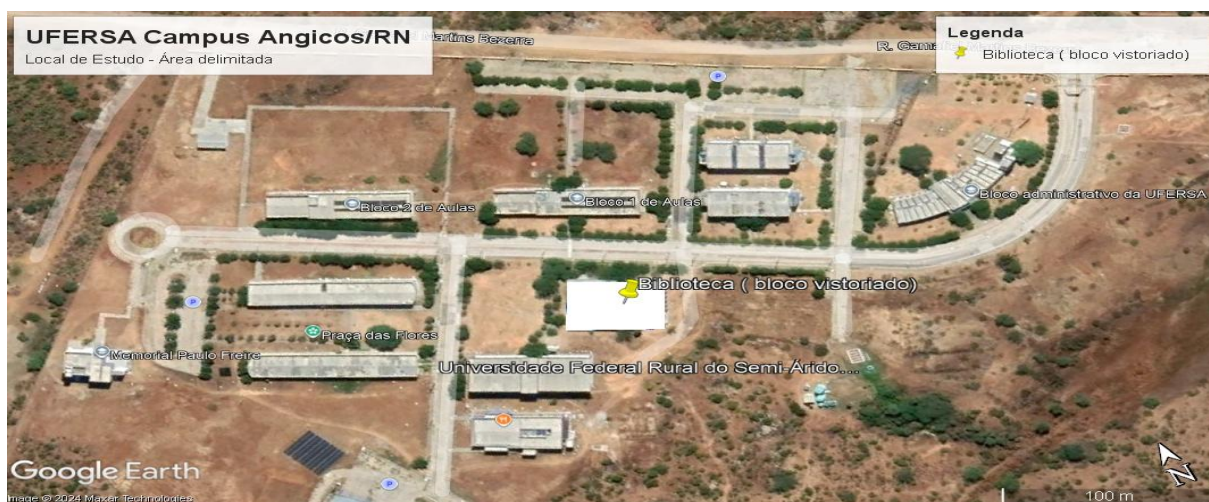
Figura 8 - Mapa da cidade de Angicos



Fonte: disponível em: http://geopro.crn.inpe.br/angicos_rn.htm

A UFERSA foi inaugurada em março de 2009, tendo como objetivo a implantação de um centro universitário acessível para as pessoas mais próximas da região como também os que escolhiam o campus para cursar alguma graduação disponível na universidade, o que trouxe uma mudança positiva na economia da cidade. Na Figura 9 é ilustrado onde situa-se o local de estudo.

Figura 9 - Vista aérea da UFERSA



Fonte: Google Earth (2024)

A metodologia deste trabalho consistiu em uma análise abrangente das manifestações patológicas na Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN, utilizando uma abordagem sistemática e bem definida. Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas em artigos, livros e dissertações, com o objetivo de aprofundar o entendimento sobre patologias em edificações e identificar normas técnicas relevantes, como as diretrizes da ABNT e do IBAPE.

O estudo envolveu uma inspeção técnica detalhada da edificação, documentando as condições atuais do prédio por meio de registro fotográfico e um checklist contendo todas as manifestações patológicas, com espaço para anotações durante a vistoria. Foram coletados dados históricos sobre as características construtivas e intervenções anteriores na edificação, o que permitiu correlacionar as manifestações observadas com possíveis falhas de projeto, execução ou manutenção.

As manifestações patológicas identificadas foram classificadas e priorizadas utilizando a metodologia da matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência). Cada manifestação patológica foi avaliada considerando a gravidade do problema, a urgência da intervenção e a tendência de agravamento ao longo do tempo. Essa priorização resultou em uma lista ordenada que guiou a definição das ações corretivas e preventivas necessárias para garantir a segurança e funcionalidade da edificação.

Adicionalmente, foi elaborada uma planilha de grau de risco, baseada nas diretrizes do IBAPE (2020), permitindo uma classificação técnica das manifestações patológicas conforme o risco apresentado para a integridade estrutural e segurança dos usuários. Essa ferramenta foi fundamental para a tomada de decisões eficientes sobre as intervenções prioritárias.

A metodologia também incluiu a análise de frequência das manifestações patológicas, organizando-as em um quadro de frequência por setores e ambientes internos e externos da biblioteca. A partir desses dados, foram elaborados gráficos de distribuição, que permitiram visualizar a concentração e o tipo das manifestações patológicas mais recorrentes em diferentes áreas da edificação. Essa análise gráfica possibilitou a identificação de padrões de ocorrência e direcionou recomendações específicas de manutenção preventiva e corretiva.

Para a análise das causas, foram considerados fatores como movimentações térmicas, carga de uso, condições ambientais e deficiências na execução das obras. A interação solo-estrutura foi igualmente analisada, uma vez que pode ter contribuído para o surgimento das manifestações patológicas. Foram aplicados critérios técnicos baseados em normativas da ABNT, garantindo a precisão do diagnóstico e das propostas de intervenção.

Por fim, os resultados da inspeção e das análises foram organizados, contendo a descrição das manifestações patológicas, a análise das causas prováveis e as recomendações para intervenções corretivas e preventivas. Essa estrutura garantiu clareza na comunicação das

necessidades de manutenção e facilitou a tomada de decisões para prolongar a vida útil da edificação.

3.1. Descrição da Área de Estudo

O prédio inspecionado é a Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN, feita para suprir as necessidades de informações dos alunos de graduação como também a comunidade da região. Possui um área física de 1.303,62 m², situada na área interna da Universidade Federal Rural do Semi-Árido que situa-se na Rua Gamaliel Martins Bezerra no Bairro Alto da Alegria na cidade de Angicos - RN. A área construída da biblioteca é subdividida da seguinte maneira:

- Ambiente para acervo de livros: 290,74 m² (atende a 46 usuários);
- Salão de estudo: 111,94 m² (atende a 49 usuários);
- Atendimento ao usuário: Empréstimo/Devolução/Renovação: 19,69 m²;
- Acervo Reserva: 50,14 m²;
- Guarda-volumes: 10,80 m²;
- Hall de entrada: 20,69 m²;
- Espaço digital: 101,25 m² (atende a 40 usuários);
- Multiteca: 56,40 m² (atende a 42 usuários);
- Setor de Periódicos/Coleções especiais: 80,86 m²;
- Salão das cabines individuais: 70,53 m² (atende a 56 usuários);
- Cabines de estudo em grupo: 111,94 m² (atende a 40 usuários);
- Banheiro feminino e masculino para alunos: 27,10 m²;
- Banheiros para portadores de necessidades especiais: 5,10 m²;
- Banheiro feminino e masculino para servidores: 19,22 m²;
- Sala de máquinas: 34,35 m²;
- Sala do rack da internet: 12,92 m²;
- Copa: 13,55 m²;
- Sala administrativa: 16,96 m²;
- Sala de Processamento Técnico: 16,24 m²;
- Sala de Restauração: 5,50 m².

Na Figura 10 observamos a fachada frontal da área de estudo.

Figura 10 – Bloco da Biblioteca da Ufersa, Campus Angicos - RN



Fonte: (<https://assecom.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/24/2022/06/Angicos.jpg>)

3.2. Vistoria Local: Prédio da Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN

A vistoria técnica na dependência da edificação foi realizada no dia 23 de Setembro de 2024 pela parte da manhã.

O critério utilizado para a inspeção predial baseia-se num “*check-up*” da edificação, para verificar as condições de habitabilidade e segurança de acordo com de acordo com as diretrizes da Norma de Inspeção Predial do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), que se alinha com a ABNT NBR 16747:2020 e da Norma de Manutenção em Edificações - ABNT NBR 5674 – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Esta norma estabelece diretrizes e requisitos para a gestão de manutenção de edificações, assegurando a preservação das características originais do edifício, prolongando sua vida útil e garantindo a segurança, a funcionalidade e o conforto dos usuários.

Não foram realizadas medições, testes ou ensaios por ocasião das vistorias, congruente ao nível de inspeção e convencionado como âmbito para este trabalho.

A inspeção foi realizada pela responsável do desenvolvimento do presente trabalho, acompanhada pelo fiscal do setor de Processos Técnicos, Sr. Marcos José Fernandes de Melo, o qual foi também entrevistado a respeito do objeto verificado e dos ambientes inspecionados.

Esta inspeção é considerada uma 'Inspeção de Nível 1', caracterizada por uma análise rápida dos fatos e dos sistemas construtivos avaliados, além da identificação de suas anomalias e falhas visíveis.

Os sistemas construtivos inspecionados em seus elementos visíveis, foram:

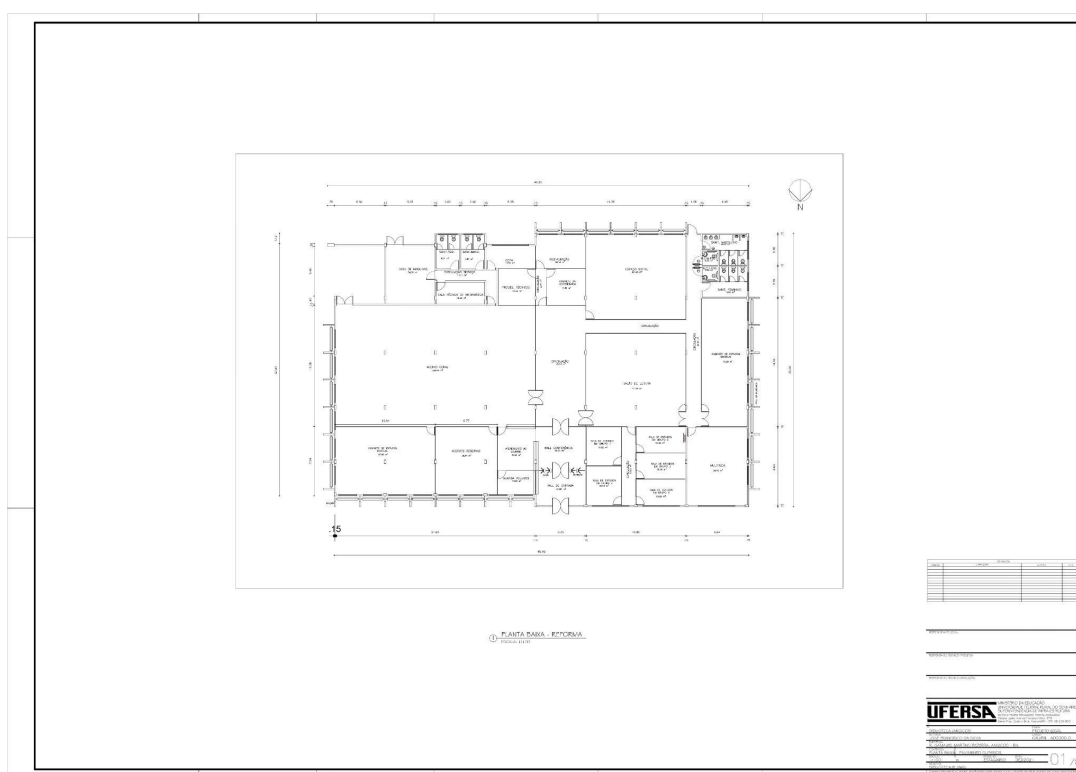
- ☐ Estruturas de Concreto: Vigas, Pilares e Lajes
- ☐ Alvenaria: Blocos de concreto, Tijolos e Revestimentos
- ☐ Sistemas de Cobertura: Telhados (incluindo telhas cerâmicas, metálicas e de fibrocimento) e Impermeabilizações
- ☐ Fundações: Fundações rasas (sapatas, blocos) e Pisos
- ☐ Acabamentos: Pintura, Revestimentos de piso e parede e Revestimentos cerâmicos
- ☐ Sistemas de Segurança: Estruturas de proteção (guardas, corrimãos) e Sistemas de combate a incêndio

- ☐ Sistemas Hidrossanitários: Tubulações de água e esgoto, Sistemas de drenagem e dutos de ar condicionado.

O documento disponibilizado como destaca a Figura 11, foi concebida através do Engenheiro Civil da UFERSA, Campus Angicos - RN, Eduardo Graciliano Silva Ribeiro e que estavam sob sua posse para análise e consulta foram os seguintes:

- Projeto Arquitetônico do Prédio da Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN.

Figura 11 – Projeto Arquitetônico do Bloco da Biblioteca UFERSA, Campus Angicos - RN



Fonte: Eduardo Graciliano Silva Ribeiro (2024)

Desde sua inauguração, há registro de apenas uma intervenção na edificação, restrita ao telhado, devido a problemas de gotejamento.

3.3. Registros fotográficos, descrições das manifestações patológicas com suas possíveis causas e melhor prognóstico

Com o objetivo de diagnosticar as manifestações patológicas identificadas, foi necessário conduzir uma pesquisa bibliográfica detalhada, que fornecesse uma base sólida para a compreensão dos problemas observados no setor estudado. Durante essa investigação, diversas manifestações patológicas foram identificadas na edificação, algumas das quais se destacaram de maneira mais evidente. Portanto, este estudo se dedicará a apresentar as principais patologias encontradas na edificação analisada.

3.3.1. Manifestações Patológicas verificadas nos pisos externos e internos

3.3.1.1. Fissuras de Deslizamento

Esse tipo de fissura pode ocorrer devido ao movimento diferencial entre o piso e a alvenaria, que pode ser resultado de variações de temperatura, umidade, assentamento ou movimentação da estrutura. Comumente são fissuras geométricas, ativas e sazonais. Nas Figuras 12, 13, 14, 15 e 16 observamos melhor essa irregularidade em alguns locais da edificação estudada.

Figura 12 – Fissura de Deslizamento no Acervo Geral



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 13 – Fissura de Deslizamento nos banheiros femininos e masculinos para alunos



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 14 – Fissura de Deslizamento no Gabinete de Estudos Individuais



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figuras 15 – Fissura de Deslizamento na Sala de Estudos em Grupo





Fonte: Autoria Própria (2024)

Figuras 16 – Fissura de Deslizamento na parte externa da edificação





Fonte: Autoria Própria (2024)

As fissuras de deslizamento observadas, possivelmente causadas pela movimentação do substrato, são uma ocorrência quase inevitável quando há assentamento diferencial da estrutura, associado a mudanças de temperatura e umidade. Nesse cenário, a estrutura se movimenta de forma irregular, resultando em tensões que geram fissuras evidentes, especialmente nas áreas de transição entre o piso e a alvenaria. Essas fissuras indicam que houve deslocamento da base, o que mostra que ocorreu um assentamento diferencial na estrutura, que possa ter sido provocado por um solo de baixa capacidade de suporte, má compactação ou presença de materiais inadequados no substrato. Esse é um problema comum em edificações que foram executadas sem um ensaio de sondagem SPT de qualidade, como estipulado na NBR 6122 (ABNT, 2019) - Projeto e Execução de Fundações, que define requisitos para o projeto de fundações, prevenindo recalques e assentamentos diferenciais.

Para tratar definitivamente esse tipo de fissura, é imprescindível a aplicação de soluções que permitam a absorção das movimentações estruturais. O uso de argamassa polimérica flexível é a melhor opção para corrigir e prevenir o reaparecimento dessas fissuras, pois sua composição permite acomodar os movimentos sem romper. Além disso, a aplicação de selantes de poliuretano é essencial para assegurar que o piso e as paredes possam se movimentar de forma independente, evitando a reincidência do problema e impedindo a infiltração de água, evitando provocar um nível maior de umidade no local. O uso desses materiais está alinhado com a NBR 7200 (ABNT, 1998) - Execução de Revestimento de Argamassa, que estabelece diretrizes para a aplicação de revestimentos que podem ajudar na

prevenção de fissuras. Com esses materiais, é possível garantir uma solução eficaz e duradoura para as fissuras de deslizamento, mantendo a estabilidade e a estética da edificação.

Além disso, o controle de fissuras está respaldado pela NBR 6118 (ABNT, 2023) - Projeto de Estruturas de Concreto, que trata do projeto de estruturas, incluindo o controle de fissuras. O desempenho de pisos e revestimentos, incluindo resistência a fissuras, é definido na NBR 15575 (ABNT, 2021) - Edificações Habitacionais – Desempenho, assegurando que as intervenções atendam aos critérios técnicos necessários.

3.3.1.2. Infiltração por Capilaridade

As imagens a seguir mostram sinais evidentes de uma manifestação patológica que afeta a parte inferior da estrutura da edificação, que pode estar relacionada com a fundação. A principal característica visível é a presença de destacamento da pintura e aparência de manchas escuras e bolhas que indicam a presença de umidade. Este é um dos problemas mais comuns em fundações e ocorre quando a água do solo é absorvida pela estrutura de alvenaria por capilaridade, conforme abordado na NBR 9575 (ABNT, 2010) - Impermeabilização – Seleção e Projeto, que trata dos critérios para selecionar e projetar sistemas de impermeabilização, fundamentais para evitar problemas de infiltração. Na Figura 17 vemos a infiltração por capilaridade no prédio de estudo.

Figura 17 – Infiltração por capilaridade na parte externa do prédio





Fonte: Autoria Própria (2024)

É notório que essa manifestação patológica surgiu no local devido a falhas no projeto e na execução, pois não houve aplicação de meios impermeabilizantes. Uma solução eficaz para o tratamento desse tipo de infiltração é a utilização de barreiras químicas, como argamassa polimérica associada a resinas hidrofugantes. A argamassa polimérica oferece excelente aderência e flexibilidade, proporcionando uma camada impermeável que bloqueia a penetração da umidade. Já a resina hidrofugante repele a água e preenche os poros do material, impedindo a infiltração. O uso combinado desses materiais oferece um tratamento duradouro e eficaz contra a infiltração, reduzindo o risco de novas ocorrências. Além disso, a argamassa polimérica com resina hidrofugante tem a vantagem de manter a permeabilidade ao vapor, permitindo que a estrutura "respire" e evitando a retenção de umidade interna. Portanto, a aplicação deste sistema fornece não apenas a resolução do problema de infiltração, mas também a preservação e proteção da edificação a longo prazo, tornando-se uma solução recomendada para situações de infiltração por capilaridade.

Foi observado também que os dutos de saída de água dos ar condicionados são curtos, o que contribui para a presença de água nas regiões mostradas nas imagens acima. Uma solução seria aumentar esses dutos de água até as árvores próximas, reaproveitando, assim dando um destino final a esta água sem danificar a estrutura da calçada da edificação. O processo de execução da impermeabilização deve seguir as diretrizes da ABNT NBR 9574 - Execução de Impermeabilização – Procedimento, que estabelece os procedimentos para execução de sistemas de impermeabilização, prevenindo a infiltração por capilaridade.

3.3.1.3. Fissuras e Trincas

É possível identificar que a estrutura apresenta fissuras e trincas, possivelmente devido a um processo devido a presença de umidade e problemas de movimentação do solo. Na Figura 18 apresenta estas manifestações patológicas no prédio.

Figura 18 – Fissuras e Trincas nas escadas, rampa de acesso e piso externo

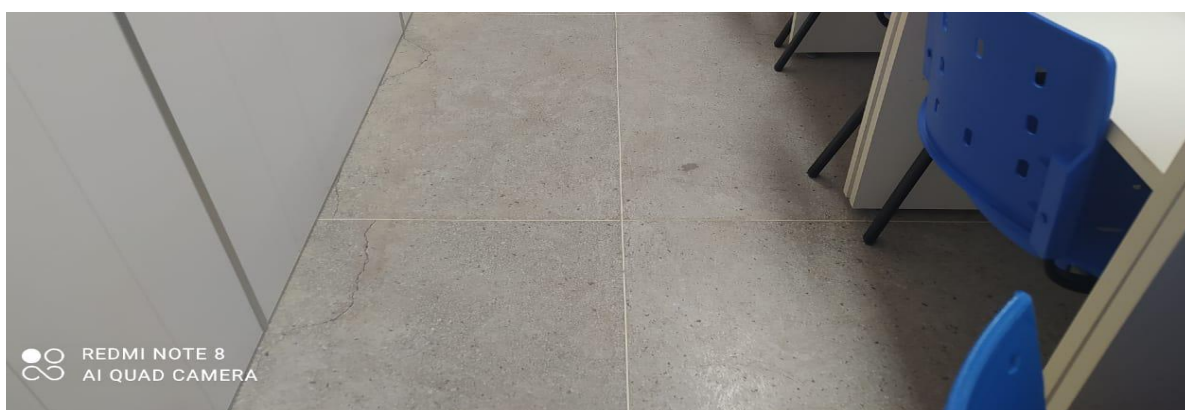
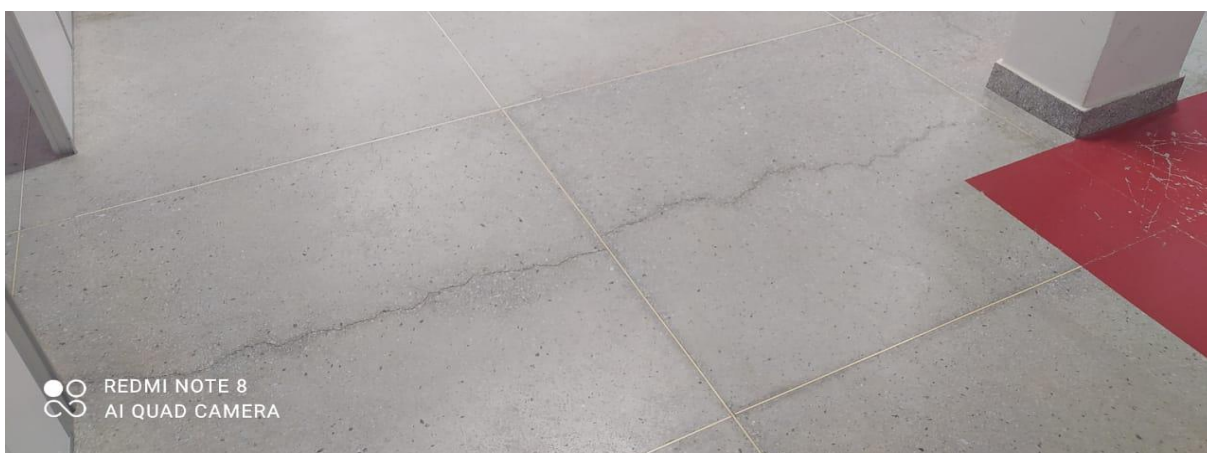


Fonte: Autoria Própria (2024)

A estrutura da escada apresenta fissuras e trincas, provavelmente causadas por infiltração de umidade, mau funcionamento do solo ou falhas na execução. Para solucionar este problema de forma eficaz e garantir a durabilidade da estrutura, é recomendada a aplicação de um sistema de impermeabilização com argamassa polimérica associada a resina hidrofugante.

Já no piso interno da biblioteca, também foram identificadas fissuras e trincas em partes diferentes da edificação. Nas Figuras de 19 à 25, demonstram essa manifestação citada em alguns locais do prédio estudado.

Figura 19 – Fissuras e Trincas no Acervo Geral



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 20 – Fissura e Trincas no Hall de Circulação de Serviço



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 21 – Fissuras e Trincas no Gabinete de Estudos de sala em grupo





Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 22 – Fissuras e Trincas no Guarda Volume



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 23 – Fissuras e Trincas no Hall de Circulação de Serviço dos usuários



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 24 – Fissuras e Trincas na Multiteca



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 25 – Fissuras e Trincas no Salão de Leitura



Fonte: Autoria Própria (2024)

Na Figura 26, evidencia esse tipo de manifestação patológica que pode ter tido origem devido a variações térmicas, movimentações estruturais ou carregamentos excessivos. Antes de realizar qualquer reparação, é necessário tratar problemas estruturais, como movimentação da base ou assentamento, já que foram observadas em alguns pontos da edificação.

Figura 26 – Fissuras e Trincas na Sala Técnica de Informática



Fonte: Autoria Própria (2024)

3.3.1.4. Desagregação de Pintura

A desagregação de pintura se caracteriza pelo descolamento, descascamento ou deterioração da camada de pintura aplicada sobre o piso. Na biblioteca tal fato pode ser devido a um tráfego excessivo, por mudanças de variações de temperatura ou produtos de limpeza agressivos ou ferramentas abrasivas. Vejamos nas Figuras 27, 28 e 29.

Figura 27 – Desagregação de pintura no Acervo Geral



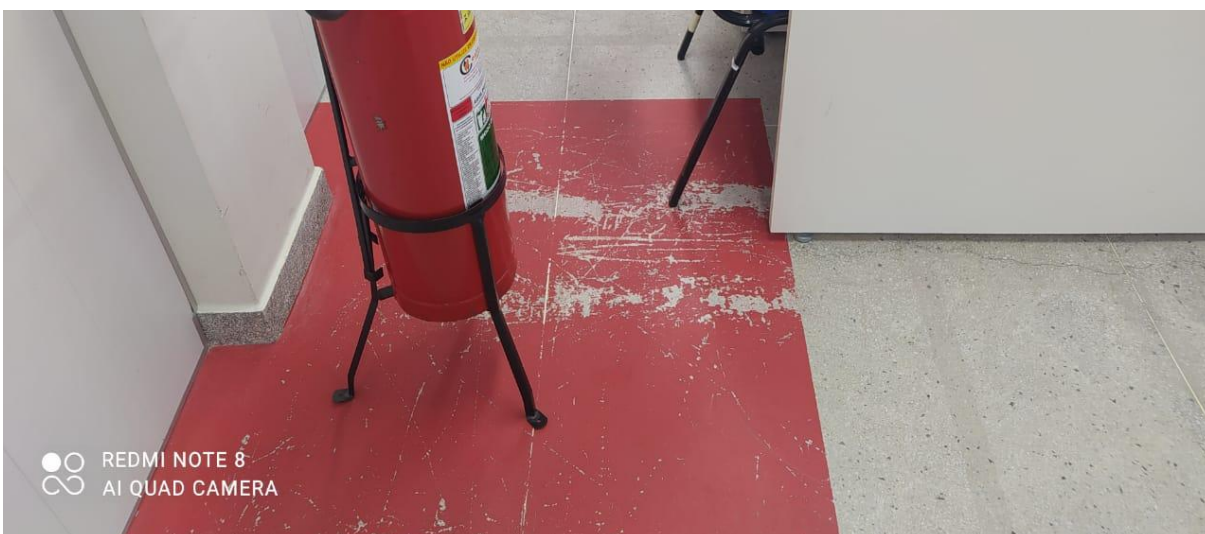
Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 28 – Desagregação de pintura no Hall de Circulação de Serviço



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 29 – Desagregação de pintura no Gabinete de Estudo Individual



Fonte: Autoria Própria (2024)

Para pisos de granilite, a escolha da tinta deve considerar tanto o custo quanto a durabilidade, especialmente se a área tiver alto tráfego. Embora tintas mais baratas, como a tinta acrílica e a tinta à base de látex, sejam opções econômicas, elas podem não ser as mais adequadas para esse tipo de aplicação, pois não garantem a durabilidade necessária conforme os requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 13245 - Argamassas para Revestimento de Paredes e Tetos, que regula a aplicação correta da argamassa para garantir a aderência da pintura e evitar desagregação.

Tendo conhecimento disso, a melhor tinta a ser aplicada seria uma tinta epóxi, que oferece excelente resistência ao desgaste, umidade e produtos químicos. Esse tipo de tinta é ideal para áreas de alto tráfego, mantendo a aparência e a integridade por mais tempo. Além disso, de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2010) - Edificações Habitacionais – Desempenho, que define o desempenho esperado de pinturas e revestimentos para prevenir o desgaste, a tinta epóxi justifica seu investimento, mesmo que o custo inicial possa ser um impedimento, por sua durabilidade superior em longo prazo.

3.3.1.5. Descolamento de Revestimentos

As Figuras 30 e 31, apresentadas a seguir, ilustram manifestações patológicas caracterizadas pelo descolamento de revestimentos.

Figura 30 – Descolamento de pisos táteis no Hall de Circulação de Serviço



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 31 – Descolamento de pisos táteis no Salão de Leitura



Fonte: Autoria Própria (2024)

Essa condição ocorre quando o piso tátil perde a aderência ao substrato, levando ao seu descolamento. É possível que a manifestação apresentada neste caso tenha sido resultado de

uma aplicação inadequada do material ou da falta de preparação adequada da superfície antes da instalação, ou ainda, do uso de adesivos ou materiais de baixa qualidade. Segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017) - Revestimentos de Paredes Internas e Externas com Placas Cerâmicas e Argamassa Colante, que estabelece procedimentos para a aplicação de revestimentos cerâmicos e argamassa colante, a correta aplicação é fundamental para prevenir o descolamento.

O descolamento de pisos táteis pode representar um risco significativo para a segurança, especialmente em ambientes onde são usados por pessoas com deficiência visual. Logo, é fundamental que a reposição desses pisos seja realizada com adesivos recomendados para garantir uma boa aderência. A NBR 7200 (ABNT, 1998) - Execução de Revestimento de Argamassa define a correta aplicação do revestimento de argamassa para garantir a aderência, ressaltando a importância de seguir essas normas para evitar problemas de descolamento e garantir a segurança dos usuários.

3.3.1.6. Desgaste Superficial ou Abrasão

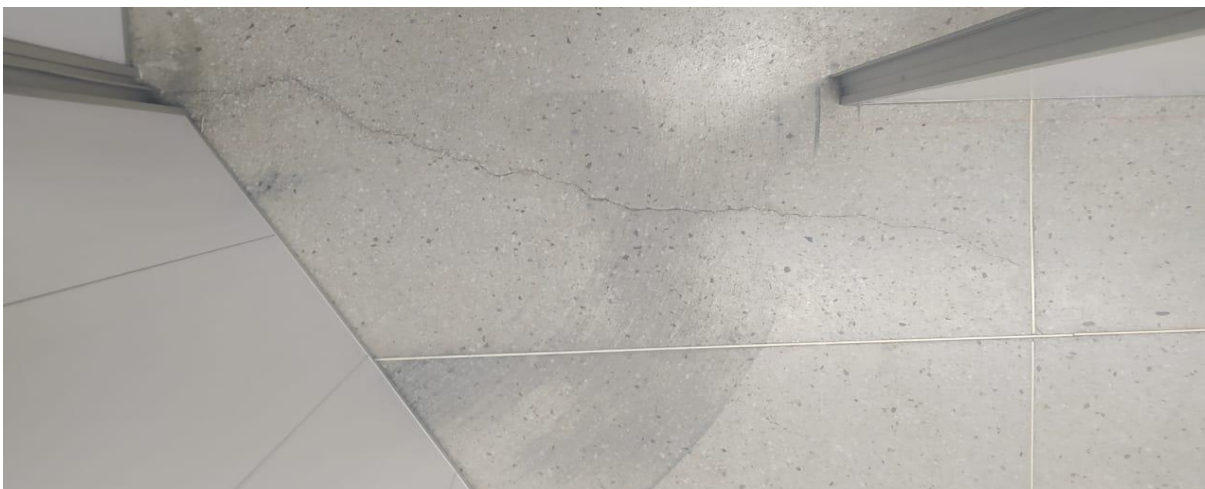
Esse fenômeno ocorre quando a superfície do piso é desgastada pelo atrito contínuo, causando marcas visíveis ou descoloração. As Figuras 32 e 33 ilustram esse tipo de manifestação patológica.

Figura 32 – Desgaste Superficial na Sala da Coordenação



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 33 – Desgaste Superficial na Sala de Processos Técnicos



Fonte: Autoria Própria (2024)

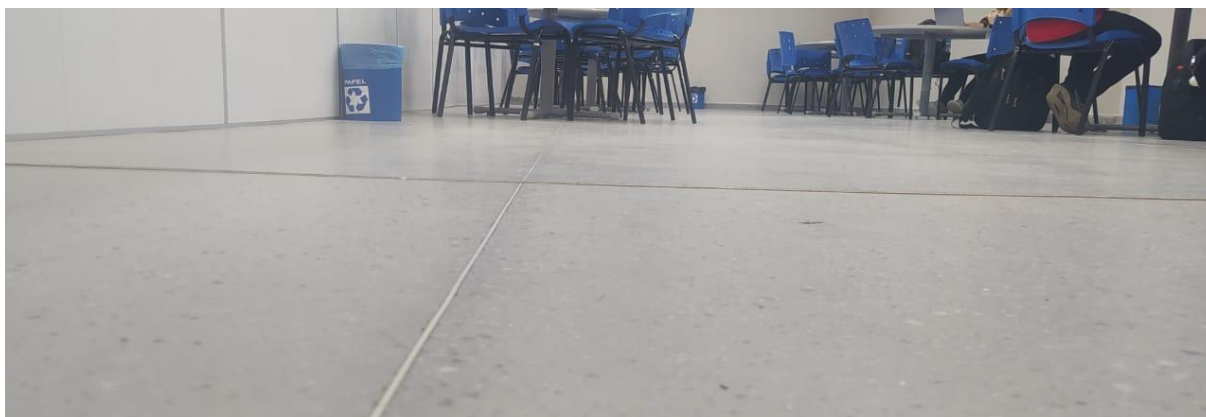
O desgaste excessivo pode levar a fissuras e desagregação do material, comprometendo a durabilidade do piso. Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2021) - Edificações Habitacionais – Desempenho, que estabelece os requisitos de desempenho e durabilidade de revestimentos e superfícies em edificações, é crucial adotar medidas corretivas para preservar a integridade do piso.

Duas ações devem ser tomadas nesse caso: primeiro, regular a altura da porta nos vãos afetados, uma vez que a inadequação da altura pode causar um desgaste excessivo e constante. Em segundo lugar, será necessário reparar ou polir a superfície do piso para remover as marcas de desgaste, garantindo a manutenção de suas características estéticas e funcionais. Essa abordagem também está alinhada com os princípios definidos na NBR 7200 (ABNT, 1998) - Revestimento de Argamassa, que fornece normas sobre o desempenho de pisos e revestimentos, reforçando a importância de intervenções adequadas para evitar comprometimentos futuros. Adotar essas medidas não apenas assegura a durabilidade do piso, mas também contribui para a segurança e o conforto dos usuários, alinhando-se às normas técnicas relevantes.

3.3.1.7. Desníveis

A Figura 34 destaca um desnível no piso de granilite, originado nas juntas de dilatação, conforme ilustrado a seguir:

Figura 34 – Desnível entre as juntas de dilatação no Gabinete de Estudos



Fonte: Autoria Própria (2024)

Os desníveis entre juntas de dilatação em pisos de granilite podem ser causados por uma combinação de instalação inadequada, movimentação do substrato, falta de juntas adequadas e variações ambientais. Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2021) - Edificações Habitacionais – Desempenho, que estabelece critérios de desempenho de pisos e pavimentos para evitar desníveis, é fundamental abordar essas questões para garantir a funcionalidade e a segurança do ambiente.

O prognóstico depende da identificação e correção das causas subjacentes. Para garantir a durabilidade e a funcionalidade do piso, recomenda-se o uso de selantes de poliuretano ou silicone de alta qualidade para as juntas de dilatação, proporcionando a flexibilidade e resistência necessárias para manter a integridade do piso em áreas de alto tráfego. Esses desníveis não apenas afetam a estética do ambiente, mas também podem comprometer a segurança, resultando em riscos de quedas e danos estruturais.

Observou-se que o deslocamento que causa o desnível ocorre entre juntas de dilatação. A falta de alinhamento adequado das juntas de dilatação durante a instalação do piso pode resultar em desníveis, e as placas de granilite podem se deslocar, especialmente sob carga. Além disso, a movimentação do solo pode ser um fator causador do desnível, devido a condições como compactação inadequada ou variações na umidade do solo. A NBR 6122 (ABNT, 2019) - Projeto e Execução de Fundações define os requisitos para o projeto de

fundações, prevenindo desníveis e recalques diferenciais, e é importante considerar isso na fase de concepção do projeto, especialmente se não houve estudo do solo.

Para este tipo de problema, pode ser realizado o nivelamento do piso, que pode incluir a aplicação de uma nova camada de argamassa autonivelante, garantindo a recuperação da superfície e a segurança do ambiente.

3.3.2. Manifestações Patológicas verificadas nas Alvenarias

3.3.2.1. Fissuras, Trincas e Rachaduras

Foram observadas fissuras, trincas e rachaduras em diferentes pontos da alvenaria do prédio. Iremos ao longo desse item decorrendo suas possíveis origens e o melhor prognóstico para cada uma delas. Na Figura 35 observamos uma fissura vertical na alvenaria.

Figura 35 – Fissura vertical no Acervo Geral



Fonte: Autoria Própria (2024)

Trata-se de uma fissura vertical geométrica passiva e sazonal, decorrente de recalque diferencial causado pela falta de homogeneidade do solo, o que gera tensões incompatíveis com a capacidade das alvenarias de absorver essas deformações. Abaixo, observa-se outra fissura com a mesma origem, no mesmo local. A Figura 36, exibe uma fissura diagonal.

Figura 36 – Fissura diagonal no canto superior da esquadria no Acervo Geral



Fonte: Autoria Própria (2024)

A homogeneidade do solo pode ser melhorada por meio de técnicas como injeção de calda de cimento, compactação ou a aplicação de calda expansiva para preencher vazios e aumentar a capacidade de suporte do solo, reduzindo assim o recalque diferencial. Uma vez que a estrutura esteja estabilizada, a fissura deve ser tratada com produtos específicos, como argamassas de reparo, selantes ou resinas epóxi, para restaurar a integridade da alvenaria e evitar infiltrações de umidade. Mesmo após a estabilização e reparo, é crucial realizar um monitoramento contínuo da área para garantir que não ocorra mais recalque ou que novas fissuras não apareçam. É necessário realizar uma investigação mais detalhada para saber também se existe a ausência de vergas e contra vergas na estrutura.

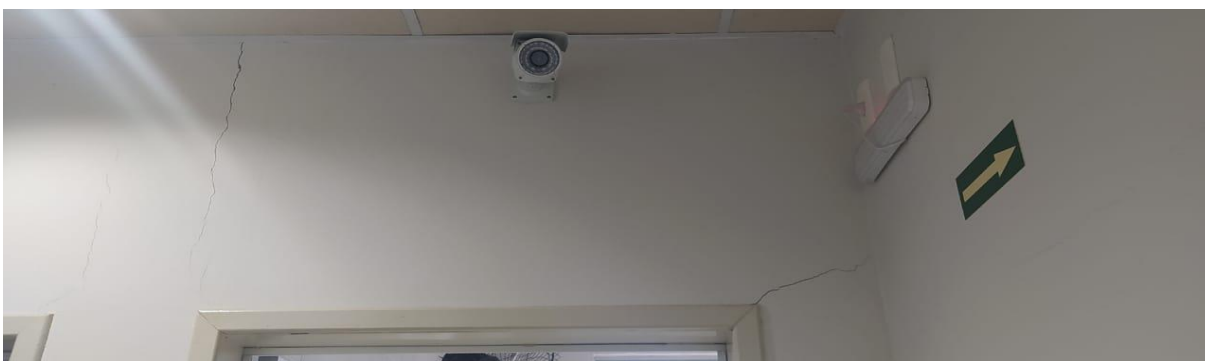
Nas Figuras de 37 à 50, vemos a mesma manifestação patológica em lugares distintos da edificação.

Figura 37 – Fissura geométrica no canto superior da esquadria nos banheiros dos usuários



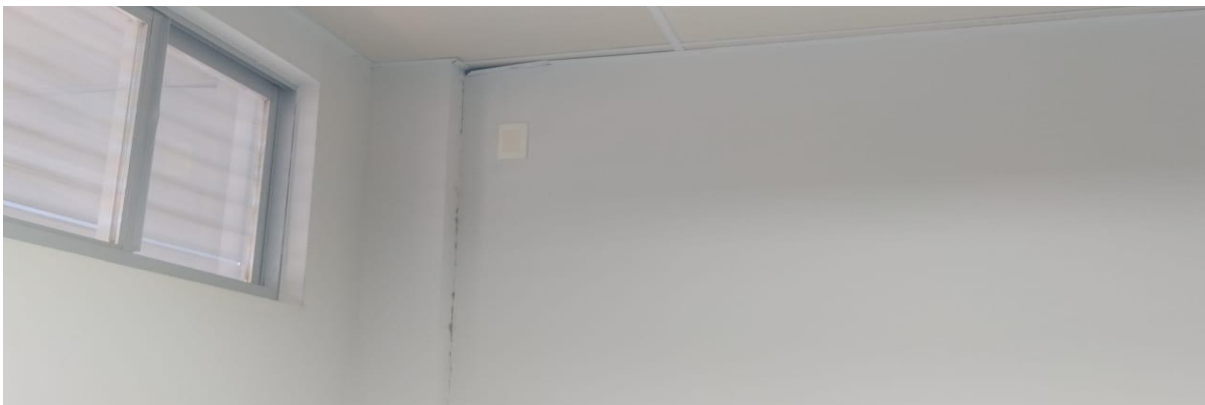
Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 38 – Trincas geométricas no canto superior da esquadria e no teto na área de Circulação de Serviço



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 39 – Fissura vertical entre alvenaria e pilar no Espaço Digital



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 40 – Fissuras geométricas no canto inferior da esquadria entre alvenaria e pilar no Gabinete de Estudos Individuais



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 41 – Fissura geométrica ativa progressiva no canto inferior da esquadria no Gabinete de Salas de Estudos em Grupo



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 42 – Trincas entre juntas de dilatação no banheiro próximo ao Gabinete de Estudo Individual



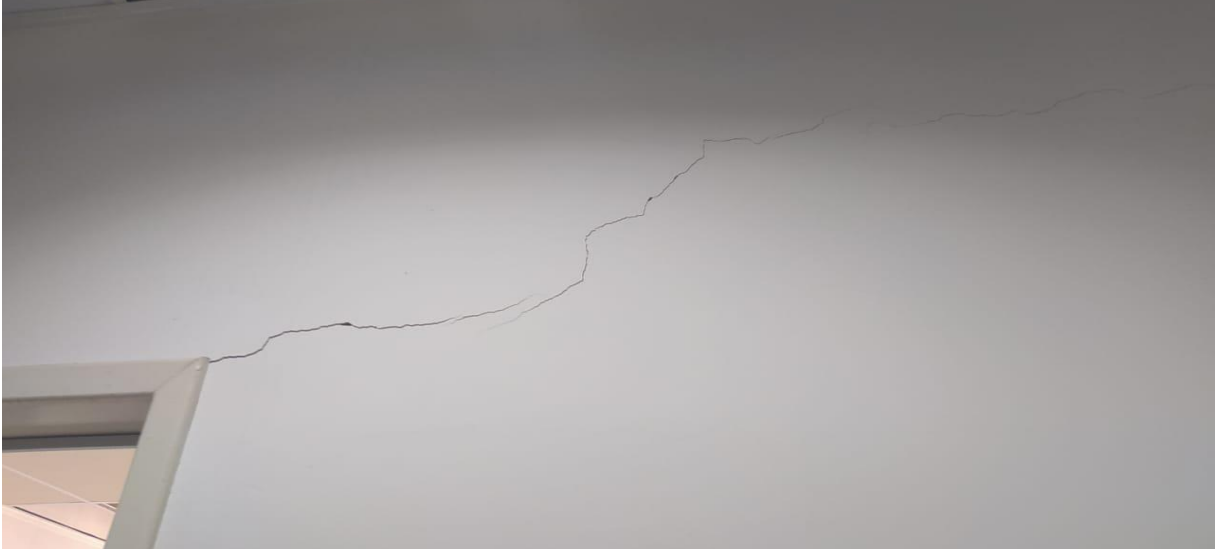
Fonte: Aatoria Própria (2024)

Figura 43 – Trincas entre juntas de dilatação no banheiro dos usuários



Fonte: Aatoria Própria (2024)

Figura 44 – Trincas superior saindo da esquadria em direção ao teto na área de Circulação de Serviço



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 45 – Trincas superior saindo da esquadria em direção ao teto no Gabinete de Estudos em Grupo



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 46 – Fissuras entre duas esquadrias no Hall de Circulação de Serviço



Fonte: Autoria Própria (2024)

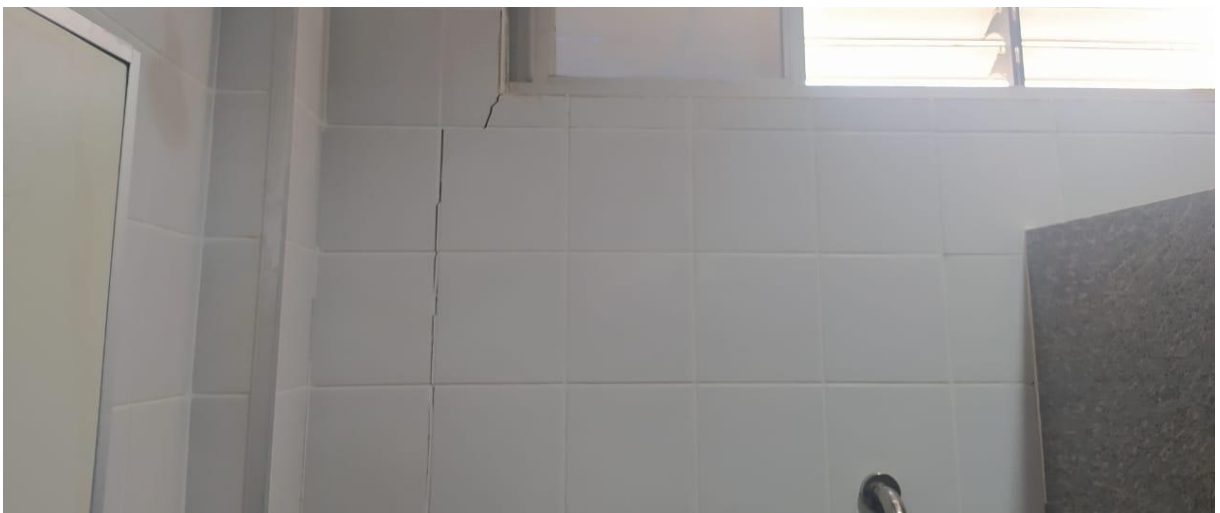
Figura 47 – Trincas na parte lateral oeste, leste e frontal externa do prédio





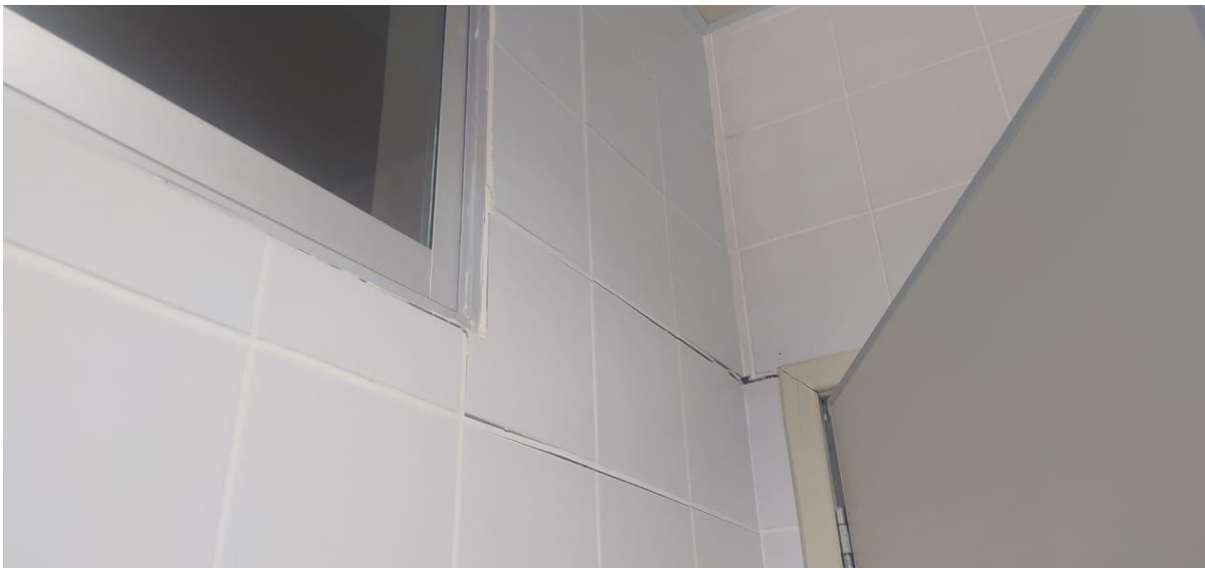
Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 48 – Trincas nas juntas de assentamento do revestimento cerâmico do BWC feminino e masculino restrito a funcionários



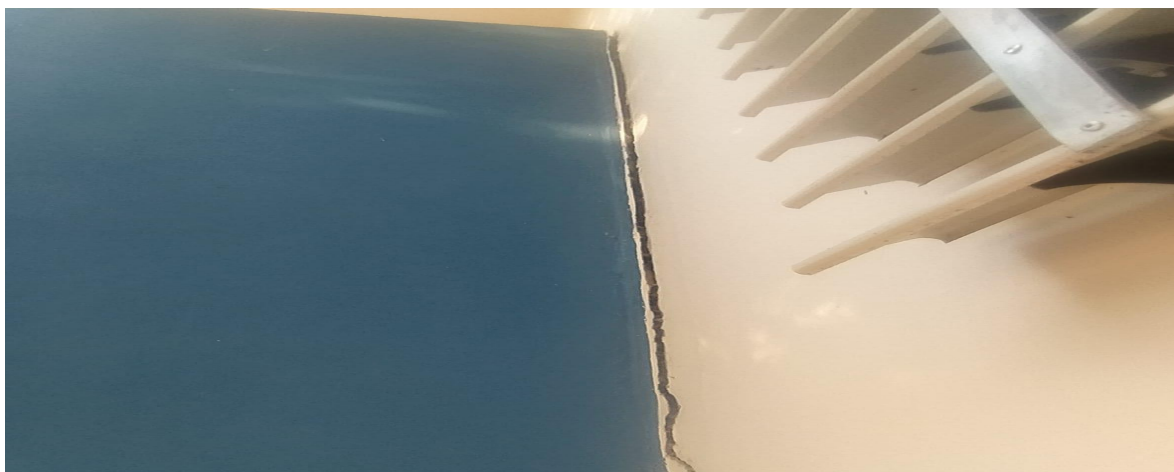
Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 49 – Trincas nas juntas de assentamento do revestimento cerâmico do BWC para usuários



Fonte: Aatoria Própria (2024)

Figura 50 – Rachaduras entre pilares e alvenarias na parte externa frontal do prédio da Biblioteca



Fonte: Aatoria Própria (2024)

Como a rachadura entre o pilar e a alvenaria foi causada por movimentação estrutural, o prognóstico deve considerar algumas etapas, a primeira é a correção da movimentação com barras de aço, fibras de carbono ou a construção de reforços adicionais podem ser recomendados. posteriormente fazer o tratamento desta rachadura realizando um preenchimento com selante flexível, para garantir que a rachadura possa acomodar futuras movimentações.

3.3.2.2. Manchas de Umidade

As manchas de umidade são manifestações patológicas que se manifestam como áreas escuras ou esbranquiçadas nas paredes, resultantes da presença excessiva de água ou vapor que se infiltra na superfície. Essas manchas costumam surgir em locais onde há infiltrações, vazamentos, ou condensação de vapor, como em paredes próximas a janelas, em banheiros ou em áreas expostas à chuva sem proteção adequada. Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) - Impermeabilização – Seleção e Projeto, a correta seleção de sistemas impermeabilizantes é essencial para prevenir a formação de manchas de umidade e proteger as superfícies. Observamos com mais detalhe nas Figuras 51 e 52.

Figura 51 – Manchas de Umidade por infiltração de água pluvial no Acervo Geral



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 52 – Manchas de Umidade por infiltração por vazamento no Acervo Reserva



Fonte: Autoria Própria (2024)

No local de estudo, a principal hipótese para este caso é a infiltração de água proveniente de chuvas. A aplicação de uma tinta impermeabilizante e antifúngica, resistente à umidade, é recomendada para prevenir o reaparecimento das manchas. Essa medida está em conformidade com as diretrizes da NBR 11682 (ABNT, 2009) - Estanqueidade à Água em Elementos Construtivos, que trata da importância da estanqueidade para evitar infiltrações que resultam em manchas de umidade.

Já as manchas de umidade causadas no acervo reserva foram originadas por um vazamento. Na parte externa da mancha, foi observada a presença de um duto de ar condicionado, cuja saída de água está rente à parede, permitindo a constante presença de umidade neste local. A melhor solução para esse caso seria aumentar o duto de saída de água, removendo o risco de a água ficar em contato com a alvenaria e a fundação, conforme recomendado pelas normas de impermeabilização para evitar problemas futuros.

3.3.2.3. Desbotamento

A principal causa do desbotamento é a exposição contínua à luz solar, particularmente à radiação ultravioleta (UV). Com o tempo, os pigmentos da tinta se degradam e perdem sua intensidade, levando ao desbotamento das cores. Além disso, fatores como intempéries (chuva, vento e umidade), poluição do ar e o uso de tintas de baixa qualidade também contribuem para o desbotamento. Em ambientes internos, a exposição à luz direta pode causar um efeito semelhante, embora seja menos intenso do que ao ar livre, conforme os critérios estabelecidos pela NBR 15575 (ABNT, 2021) - Edificações Habitacionais – Desempenho, que especifica requisitos para o desempenho de revestimentos expostos a intempéries, como o desbotamento.

É recomendável a utilização de tintas de alta qualidade, formuladas com pigmentos resistentes à UV e outros aditivos que aumentem a durabilidade. A aplicação de uma camada de proteção, como vernizes ou selantes, também pode ajudar a preservar a cor. Além disso, realizar repinturas periódicas, especialmente em áreas mais expostas ao sol, é fundamental para manter a aparência estética da superfície. Conforme a NBR 13245 (ABNT, 2011) - Argamassas para Revestimento de Paredes e Tetos, que orienta sobre a aplicação adequada de revestimentos externos para evitar o desbotamento causado por intempéries, é importante seguir as boas práticas de aplicação e manutenção para prevenir esse problema.

Embora o desbotamento seja um problema comum, seu tratamento e prevenção são relativamente simples com o uso de materiais adequados e boas práticas de manutenção. Conforme ilustrado na Figura 53, observa-se a distribuição do desbotamento em alguns setores.

Figura 53 – Desbotamento na parte externa do prédio



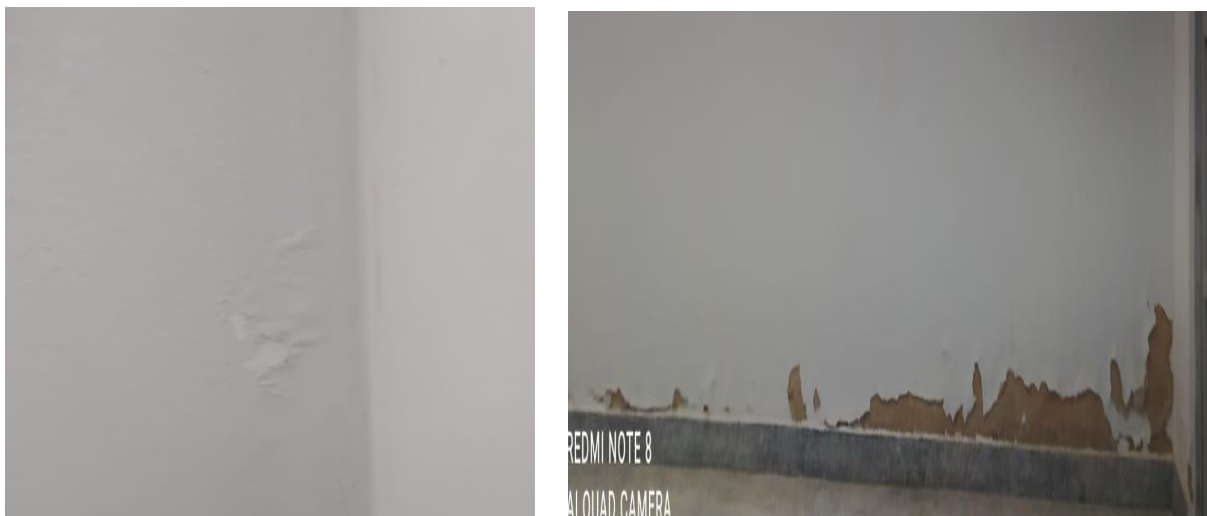
Fonte: Autoria Própria (2024)

3.3.2.4. Descolamento ou Empolamento

O descolamento ou empolamento da pintura refere-se ao processo em que a tinta se solta da superfície em bolhas ou placas, formando áreas elevadas. Esse fenômeno pode comprometer tanto a estética quanto a proteção da superfície pintada. A presença de umidade sob a pintura é a principal causa do problema, especialmente em locais onde essa manifestação patológica é observada, resultante da infiltração dos dutos dos ar-condicionados da biblioteca, que estão próximos às alvenarias devido a seus dutos de saída curtos.

Conforme a NBR 15575 (ABNT, 2021) - Edificações Habitacionais – Desempenho, que define o desempenho de revestimentos quanto à proteção contra umidade, é essencial resolver a questão da umidade, o que pode ser feito adicionando dutos maiores para a saída de água dos ar-condicionados. Além disso, a aplicação de tintas de boa qualidade, formuladas para resistência à umidade e aderência, é fundamental para prevenir futuros problemas de descolamento. As Figuras 54 e 55 ilustram os efeitos do empolamento.

Figura 54 – Empolamento e Descolamento em forma de bolhas e deslocamento em placas no Acervo Geral



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 55 – Empolamento e Descolamento em forma de bolhas, e deslocamento em placas na parte externa do prédio da Biblioteca



Fonte: Autoria Própria (2024)

As manifestações de empolamento nas platibandas do reservatório de água podem ter sido ocasionadas pela exposição à infiltração de água, seja através de vazamentos no reservatório, ausência de impermeabilização, água acumulada da chuva ou umidade externa, já que a água pode condensar nas superfícies externas, especialmente em situações de mudança de temperatura. A NBR 13245 (ABNT, 2011) - Argamassas para Revestimento de Paredes e Tetos estabelece os critérios para a aplicação de revestimentos, evitando a formação de bolhas e descolamento, reforçando a importância de seguir essas diretrizes.

As bolhas na pintura das platibandas de um reservatório de água são um sinal de que a umidade está comprometendo a integridade da pintura e, potencialmente, da estrutura. Portanto, a utilização de uma tinta resistente à umidade e impermeabilizantes seria o prognóstico para essa situação. Observa-se que as platibandas de toda a edificação apresentam manchas por infiltração pluvial na parte superior; uma medida eficaz seria a implementação de pingadeiras para muros em todas as platibandas do prédio construído. Os resultados dos descolamentos encontrados estão apresentados nas Figuras 56 e 57.

Figura 56 – Descolamento em placas na parte frontal externa do prédio da Biblioteca



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 57 – Descolamento de revestimentos de rodapé no Espaço Digital





Fonte: Autoria Própria (2024)

O deslocamento de revestimentos de rodapé em alvenarias é uma manifestação patológica que pode ser classificada como descolamento ou empolamento. Essa condição se refere ao desprendimento do revestimento (como cerâmica, azulejos ou pinturas) da parede ou do piso, resultando em áreas visivelmente danificadas.

O principal agente do nosso caso estudado tem uma conjuntura de fundamentos, sendo talvez da variação de temperatura e umidade que pode afetar a aderência dos materiais. A dilatação e a contração do material podem causar estresse e, eventualmente, levar ao descolamento, ou o uso de adesivos ou argamassas de baixa qualidade ou a aplicação inadequada do revestimento podem resultar em falhas de aderência, causando deslocamento ou em virtude da movimentação da estrutura, como recalques ou deformações, pode criar tensões que levam ao deslocamento do revestimento.

O melhor recurso é a remoção e substituição do revestimento de rodapé e usar adesivos e argamassas de boa qualidade e adequados para o tipo de revestimento escolhido garantirá uma melhor aderência e durabilidade.

Na área da Casa de Máquinas também foram encontradas descolamento do revestimento de pintura na parte inferior da alvenaria, possivelmente o resultado de infiltração por capilaridade que ocorreu em tempos chuvosos na região. Os descolamentos encontrados na Casa de Máquinas é demonstrada na Figura 58.

Figura 58 – Descolamento em placas na Casa de Máquinas



Fonte: Autoria Própria (2024)

3.3.2.5. Desagregação e Erosão

A desagregação e erosão em alvenaria com revestimento em pintura são manifestações patológicas que comprometem tanto a integridade estrutural quanto a estética das paredes. Essa manifestação patológica ocorre quando o material da alvenaria começa a perder coesão e a pintura se deteriora. As principais causas deste problema incluem:

- **Intempéries:** A exposição contínua a condições climáticas adversas, como chuva e variações de temperatura, pode levar à degradação do material.
- **Umidade:** A infiltração de água, seja por vazamentos ou ausência de impermeabilização, compromete a coesão da alvenaria e provoca a deterioração da pintura. A NBR 15575 (ABNT, 2021) - Edificações Habitacionais – Desempenho, estabelece requisitos de desempenho para revestimentos, visando a proteção contra umidade, prevenindo assim problemas como desagregação e erosão.

As desagregações e erosão identificadas em todo o prédio são de natureza leve, e sua reparação é relativamente simples. Essa intervenção envolve a remoção da pintura solta e a aplicação de argamassas específicas para reparo, que possuem maior aderência e resistência. Segundo a NBR 15576 (ABNT, 2015) - Execução de Revestimentos em Alvenaria, essa norma fornece diretrizes essenciais para proteger as superfícies contra a erosão causada por intempéries e outros fatores, garantindo assim a durabilidade e a estética das paredes.

O prognóstico para a reparação é positivo, desde que sejam adotadas as medidas corretivas. O uso de argamassas de reparo de alta qualidade e tintas resistentes à umidade pode assegurar

a integridade da alvenaria. Recomenda-se o uso de argamassas que atendam à NBR 13245 (ABNT, 2011) - Argamassas para Revestimento de Paredes e Tetos, que estabelece critérios para a aplicação de revestimentos, evitando a formação de bolhas e descolamento. A desagregação encontrada é representada na Figura 59.

Figura 59 – Desagregação em revestimento de pintura no Hall de Circulação de Serviço



Fonte: Autoria Própria (2024)

3.3.3. Manifestações Patológicas verificadas nas Estruturas de Concreto

3.3.3.1. Fissuras e Trincas

As fissuras e trincas em pilares de concreto são sinais de problemas também visualizados no prédio da biblioteca e podem afetar a integridade estrutural e a segurança da construção. Elas variam em tamanho e gravidade, podendo indicar desde problemas superficiais até falhas estruturais significativas.

As possíveis causas dessa manifestação em pilares encontradas, podem ter justificação por sobrecargas, quando o pilar é submetido a cargas superiores às projetadas, ele pode desenvolver fissuras verticais ou inclinadas ou por motivo de recalque diferencial do solos, isso ocorre quando diferentes partes da estrutura assentam de maneira desigual. A fissura vertical encontrada em um pilar interno é mostrada nas Figuras 60 e 61.

Figura 60 – Fissura vertical em pilar interno na área de Circulação de Serviço



Fonte: Autoria Própria (2024)

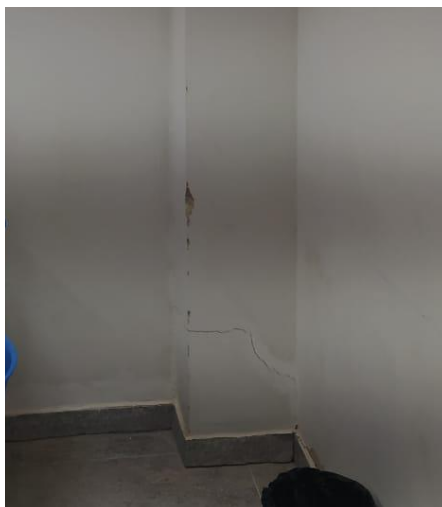
Figura 61 – Fissura vertical em pilar interno no Hall de Entrada



Fonte: Autoria Própria (2024)

Fissuras verticais em pilares geralmente são causadas por esforços de compressão e sobrecargas. Para tratar fissuras verticais em alvenaria ou concreto, o produto a ser utilizado depende da largura e da profundidade da fissura. A aplicação de selante acrílico ou látex é uma medida adequada para fissuras finas e superficiais, principalmente em paredes internas. Agora observamos a Figura 62, que demonstra um fissura inclinada localizada em um pilar.

Figura 62 – Fissura inclinada em pilar do Gabinete de Estudo Individual



Fonte: Autoria Própria (2024)

As fissuras diagonais e inclinadas geralmente indicam problemas mais sérios, como recalque diferencial da fundação, sobrecargas excessivas, ou deslocamento da estrutura. Portanto, o tratamento dessas fissuras precisa ser bem planejado para evitar que a estrutura continue a se movimentar e as fissuras voltem a aparecer. Neste caso, a aplicação de injeção de resina epóxi, é muito mais resistente e forma uma ligação rígida, restaurando a capacidade de carga da estrutura. Já na Figura 63, é constatada uma fissura horizontal em um pilar.

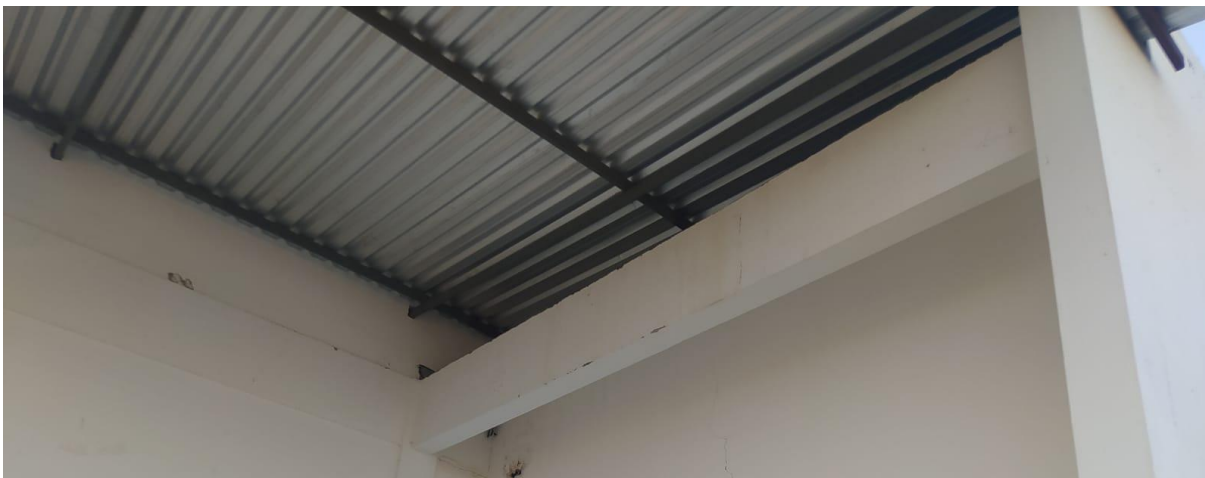
Figura 63 – Fissura horizontal em pilar do Guarda Volume



Fonte: Autoria Própria (2024)

As fissuras horizontais em pilares podem surgir devido à flexão do pilar ou recalque diferencial, pelo ambiente analisado notou-se um recalque nesta parte do pilar, logo a manifestação no local deva ter origem de assentamento diferencial no solo. Agora observe a Figura 64, onde identificamos uma fissura vertical no centro de uma verga.

Figura 64 – Fissura vertical no centro da verga no vão de saída do Acervo Geral



Fonte: Autoria Própria (2024)

As fissuras verticais em verga ocorrem normalmente no meio da viga, no vão formado por dois apoios e sua causa provável é quando a verga sofre o momento fletor e posteriormente tende a se curvar.

3.3.3.2. Armadura Exposta

A Figura 65 apresenta uma visão detalhada da armadura exposta, destacando sua localização isolada em uma estrutura de concreto. Esta condição indica a falta de proteção adequada, resultando na vulnerabilidade do material ao desgaste e corrosão, o que pode comprometer a durabilidade e a segurança da edificação.

Figura 65 – Armadura Exposta no Acervo Geral



Fonte: Autoria Própria (2024)

Carbonatação do concreto e exposição à umidade, podem ter causado o deslocamento do concreto ao redor das armaduras, resultando na exposição das barras de aço, que, se não tratadas, podem corroer e comprometer a integridade estrutural da edificação.

Para corrigir esse problema, é necessário limpar as armaduras, removendo qualquer corrosão presente, conforme os requisitos da NBR 7480 (ABNT, 2007) - Barras e Fios de Aço destinados a Armaduras para Concreto Armado, que especifica as características e a qualidade dos materiais utilizados nas armaduras. Após essa etapa, é essencial aplicar um inibidor de corrosão para proteger as armaduras contra novos ataques corrosivos.

Conforme a ABNT NBR 6118 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento, que trata da proteção das armaduras e define os requisitos para evitar a exposição e corrosão do aço, recomenda-se a recomposição da camada de concreto ao redor das armaduras expostas. Isso pode ser feito utilizando uma argamassa de reparo estrutural, garantindo a durabilidade e a proteção contra a umidade, conforme os procedimentos estabelecidos por essa norma.

3.3.3.3. Corrosão de Estruturas Metálicas

A Figura 66 exemplifica a corrosão em corrimãos de estruturas metálicas, destacando a degradação do material ao longo do tempo. Essa condição patológica, resultante da exposição a agentes corrosivos, pode comprometer a segurança e a funcionalidade das edificações, tornando essencial a realização de intervenções corretivas para evitar falhas estruturais.

Figura 66 – Corrosão de Corrimãos da parte externa do edifício



Fonte: Autoria Própria (2024)

A corrosão de corrimãos é considerada uma manifestação patológica de deterioração de materiais, frequentemente associada a elementos metálicos expostos a ambientes agressivos, como umidade, poluentes e substâncias químicas. Essa condição pode ocorrer em corrimãos de aço, alumínio ou ferro, que são comumente utilizados em escadas, varandas e outras áreas de circulação.

O melhor prognóstico para essa situação é remover toda a ferrugem e contaminantes da superfície utilizando escovas de aço, jateamento de areia ou produtos desincrustantes, conforme as diretrizes da NBR 8800 (ABNT, 2024) - Projeto de Estruturas de Aço e Estruturas Mistas de Aço e Concreto, que especifica os critérios para proteção contra corrosão e as medidas preventivas para estruturas metálicas. Logo após, recomenda-se a aplicação de um primer anticorrosivo, de acordo com a NBR 9077 (ABNT, 2020) - Pintura Anticorrosiva, que estabelece os métodos de pintura anticorrosiva para proteger as estruturas metálicas. Em seguida, deve-se aplicar um acabamento com tinta específica para metais, garantindo uma proteção adicional contra a umidade e corrosão, conforme os requisitos desta norma.

3.3.4. Manifestações Patológicas verificadas nos Forros Modulares

3.3.4.1. Deformações ou Empenamento

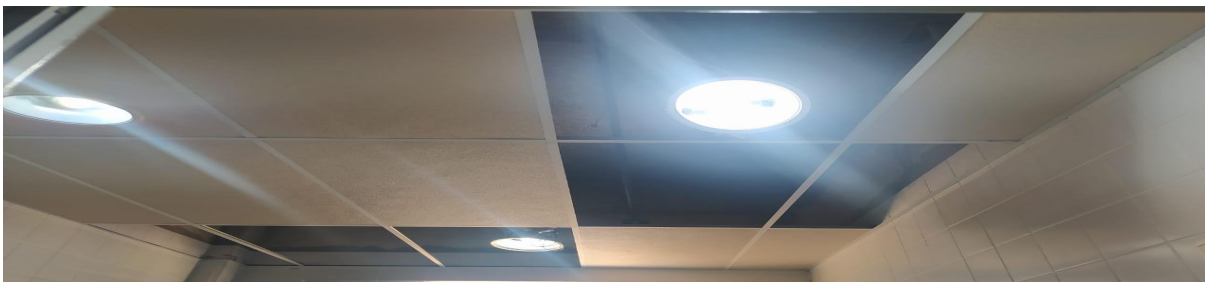
Os forros modulares de PVC são uma escolha popular na construção civil devido à sua leveza, resistência à umidade e facilidade de instalação. No entanto, como qualquer material de construção, eles estão sujeitos a diversas patologias que podem comprometer sua funcionalidade e estética.

A principal manifestação patológica verificada nos forros modulares do interior do prédio foi o empenamento, que pode ter ocorrido devido à umidade excessiva, falhas na instalação, uso inadequado de adesivos ou suporte estrutural insuficiente, além do sobrepeso em algumas placas, que suportam o peso de dutos de ar condicionados.

De acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2021) - Edificações Habitacionais – Desempenho, é necessário garantir que o material utilizado atenda aos critérios de resistência à umidade e estabilidade dimensional para evitar o empenamento. Além disso, a NBR 10821 (ABNT, 2022) - Esquadrias para Edificações orienta sobre a resistência dos materiais à umidade e intempéries, que também é aplicável para a escolha de materiais de acabamento internos, como o forro de PVC. A Figura 67 ilustra a ausência de placas modulares de PVC em uma edificação, destacando as consequências estéticas e funcionais dessa falta. A análise visual

evidencia a necessidade de soluções adequadas para revestimento e proteção, reforçando a importância de considerar alternativas que garantam a durabilidade e a estética das construções.

Figura 67 – Ausência de placas modulares de PVC nos banheiros dos funcionários



Fonte: Autoria Própria (2024)

A solução recomendada é refixar as placas com adesivos adequados, conforme as orientações da NBR 6123 (ABNT, 2019) - Forças Devidas ao Vento em Edificações, que também aborda a fixação segura de componentes leves como forros. É crucial garantir que a umidade tenha sido eliminada nas placas visivelmente soltas, além de realizar a reposição das placas modulares nas áreas danificadas. Para resolver o problema do sobrepeso dos dutos de ar condicionados fixados às placas, deve-se redistribuir ou fixar os dutos diretamente nas estruturas adequadas, em conformidade com a NBR 7200 (ABNT, 2021) - Execução de Revestimento de Argamassa, que trata da correta fixação de revestimentos e forros.

A ausência de placas modulares de forro de PVC foi identificada nos seguintes setores: Banheiros de acesso restrito a funcionários, banheiros dos usuários femininos e masculinos, copa, sala da Multiteca e áreas de Circulação de Serviço. Vejamos a causa do sobrepeso em umas das placas modulares na Figura 68.

Figura 68 – Sobrepeso em uma das placas modulares de PVC devido ao encaixe de um ar condicionado de teto no Espaço Digital



Fonte: Autoria Própria (2024)

Já o problema de sobrepeso nas placas foi observado no Acervo Geral, Espaço Digital e Gabinete de Estudos. A Figura 69 ilustra o desencaixe em um dos vãos do prédio estudado.

Figura 69 – Desencaixe de placas modulares de PVC na Sala de Restauração



Fonte: Autoria Própria (2024)

As áreas com forro modular de teto de PVC exibindo sinais de empenamento foram o Acervo Reserva, Sala da Multiteca, sala de Processos Técnicos e a Sala de Restauração.

3.4. Planilha de Grau de Risco de acordo com a norma do IBAPE

O IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia) estabelece diretrizes para a avaliação de manifestações patológicas em edificações, e um dos elementos importantes dessa avaliação é a classificação do grau de risco. Essa classificação ajuda a identificar a gravidade das manifestações patológicas e a priorizar ações de correção.

Para melhor análise do grau de risco das manifestações patológicas apresentadas no local de estudo, alguns critérios comumente adotados pelo IBAPE, foram adotados baseados nos princípios das diretrizes do IBAPE para a avaliação de manifestações patológicas encontradas, como mostra a Figura 70.

Figura 70 – Planilha simplificada para análise do grau de risco de acordo com diretrizes do IBAPE

Critério	Grau de Risco Baixo (1)	Grau de Risco Médio (2)	Grau de Risco Alto (3)
Extensão da Patologia	Pontual e restrita	Setorizada	Generalizada
Evolução	Estável	Lenta	Rápida
Gravidade	Estética	Funcional	Estrutural
Risco à Segurança	Sem risco	Risco potencial	Risco iminente
Impacto na Edificação	Não compromete	Compromete parcialmente	Compromete a estabilidade

Fonte: Autoria Própria (2024)

O Quadro 5 demonstra o grau de risco no Bloco da Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN:

Quadro 5 – Grau de Risco das manifestações patológicas encontradas na Biblioteca

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	GRAU DE RISCO		
	CRÍTICO (3)	MÉDIO (2)	MÍNIMO (1)
FISSURAS E TRINCAS		X	
FISSURAS POR DESLIZAMENTO		X	
RACHADURAS	X		
INFILTRAÇÃO POR CAPILARIDADE		X	
DESAGREGAÇÃO DE PINTURA			X
DESCOLAMENTO DE REVESTIMENTO			X
DESGASTE SUPERFICIAL OU ABRASÃO			X
DESNÍVEIS		X	
MANCHAS DE UMIDADE			X
DESBOTAMENTO			X

DESCOLAMENTO OU EMPOLAMENTO			X
DESAGREGAÇÃO OU EROSÃO		X	
CORROSÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS			X
ARMADURA EXPOSTA	X		
DEFORMAÇÕES OU EMPOLAMENTO			X

Fonte: Autoria Própria (2024)

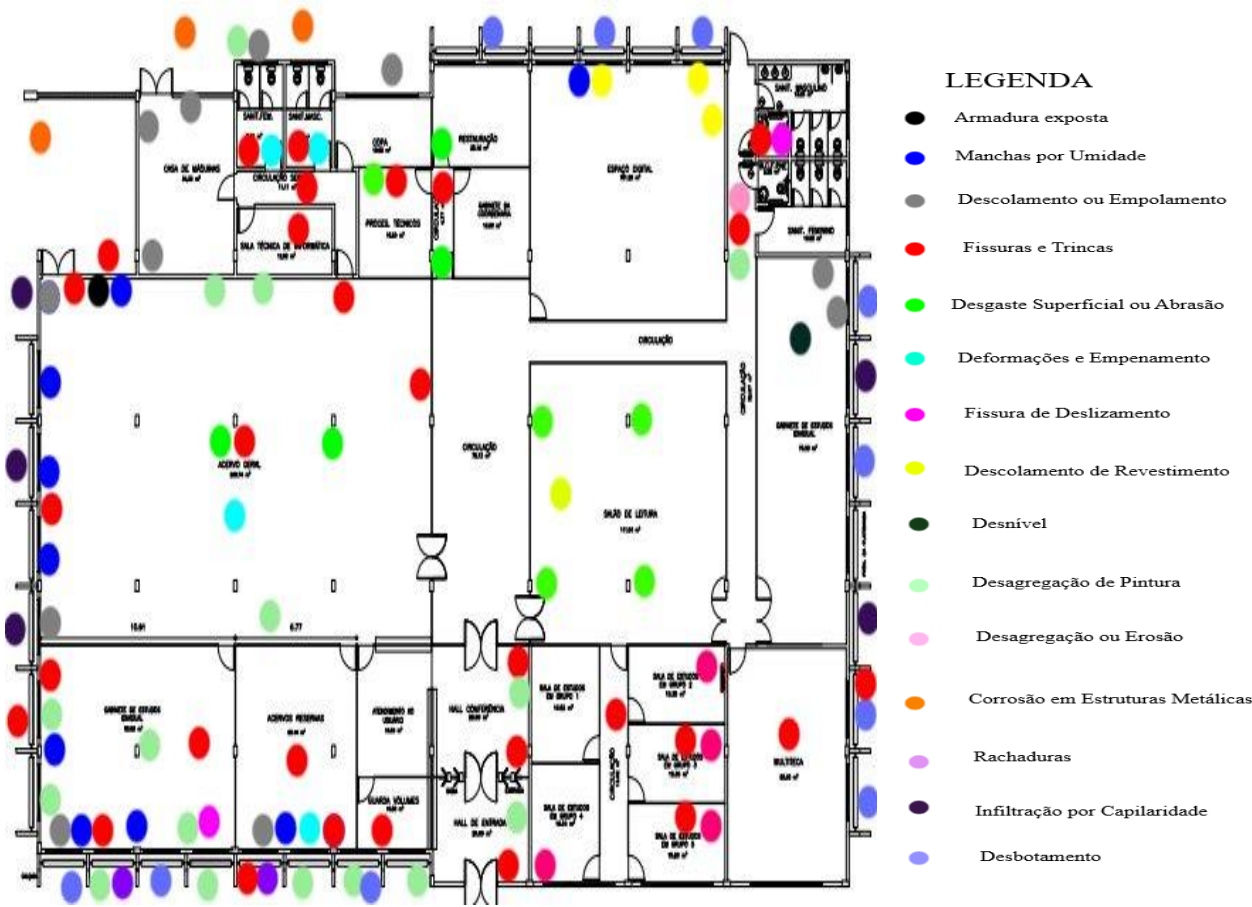
Somando os os valores de cada critério obtemos um grau de risco total de 24 pontos, o que implica num relato de Grau de Risco Alto e exige intervenção imediata para garantir a segurança e estabilidade em alguns setores específicos da edificação.

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1. Localização e Distribuição das Manifestações Patológicas da Biblioteca

Na Figura 71 pode-se verificar a localização e distribuição das manifestações patológicas na edificação de estudo.

Figura 71 – Localização e distribuição das manifestações patológicas da Biblioteca



Fonte: Autoria Própria (2024)

4.2. Análise das Manifestações Patológicas através da matriz GUT

A análise das manifestações patológicas encontradas nas edificações é fundamental para garantir a durabilidade e a segurança das estruturas. As manifestações patológicas, como fissuras, infiltrações e corrosão, podem comprometer a integridade das construções se não forem identificadas e tratadas adequadamente. A matriz GUT é uma ferramenta eficaz para priorizar intervenções, considerando a Gravidade, Urgência e Tendência de cada manifestação. Essa priorização ajuda na alocação eficiente de recursos e na definição de estratégias de manutenção preventiva, assegurando que os problemas mais críticos sejam abordados primeiro. No Quadro 6 demonstra a matriz GUT do local de estudo.

Quadro 6 - Matriz GUT das manifestações patológicas encontradas no local de estudo

Manifestações Patológicas	Gravidade (1-5)	Urgência (1-5)	Tendência (1-5)	Pontuação Total (G x U x T)
FISSURAS E TRINCAS	4	4	3	48
FISSURAS POR DESLIZAMENTO	5	4	4	80
RACHADURAS	4	4	3	48
INFILTRAÇÃO POR CAPILARIDADE	4	5	4	80
DESAGREGAÇÃO DE PINTURA	3	2	2	12
DESCOLAMENTO DE REVESTIMENTO	4	4	3	48
DESGASTE SUPERFICIAL OU ABRASÃO	3	3	3	27
DESNÍVEIS	4	3	2	24
MANCHAS DE UMIDADE	3	3	4	36
DESBOTAMENTO	2	2	3	12
DESCOLAMENTO OU EMPOLAMENTO	3	3	3	27
DESAGREGAÇÃO OU EROSÃO	4	4	4	64

CORROSÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS	5	5	5	125
ARMADURA EXPOSTA	5	5	5	125
DEFORMAÇÕES OU EMPOLAMENTO	4	4	4	64

Fonte: Autoria Própria (2024)

Nota: As notas de Gravidade, Urgência e Tendência variam de 1 a 5, onde 1 é o menor valor e 5 é o maior, e a Pontuação Total é obtida multiplicando a Gravidade pela Urgência e pela Tendência.

A matriz GUT elaborada para as manifestações patológicas apresentadas evidencia a importância da análise cuidadosa das condições das edificações. Com base nas classificações de Gravidade, Urgência e Tendência, é possível priorizar intervenções que garantam a durabilidade e a segurança das estruturas.

1. Manifestações Críticas:

- Corrosão de Estruturas Metálicas e Armadura Exposta obtiveram as pontuações mais altas, indicando que essas patologias apresentam alta Gravidade e Urgência. Isso sugere que as intervenções corretivas são não apenas necessárias, mas urgentes. É fundamental realizar uma avaliação detalhada para determinar a extensão dos danos e planejar a execução de reparos e reforços imediatos.

2. Manifestações Moderadas:

- Infiltração por Capilaridade, Fissuras por Deslizamento e Desagregação ou Erosão também demandam atenção, pois apresentam pontuações significativas na matriz. As intervenções nestes casos devem incluir ações corretivas e preventivas, como a impermeabilização e o tratamento das fissuras, visando evitar a progressão das manifestações patológicas.

3. Manifestações de Baixa Prioridade:

- Manifestações como Desagregação de Pintura, Desbotamento e Desgaste Superficial ou Abrasão têm pontuações mais baixas, indicando que, embora representem preocupações, não necessitam de intervenções imediatas. No entanto, é recomendável monitorar essas manifestações para evitar que se agravem e tornem-se mais dispendiosas.

Então as recomendações do IBAPE de Acordo com a Matriz GUT encontradas, seriam:

1. Corrosão de Estruturas Metálicas e Armadura Exposta (Pontuação 125)

- Ação Imediata: Realizar inspeções detalhadas e testes de integridade. Executar reparos urgentes, incluindo a remoção da corrosão, aplicação de inibidores de corrosão e reforço das áreas afetadas.
- Prevenção: Implementar um programa de manutenção regular, incluindo inspeções periódicas e a aplicação de revestimentos protetores.

2. Infiltração por Capilaridade e Fissuras por Deslizamento (Pontuação 80)

- Ação Imediata: Identificar as fontes de infiltração e fissuras. Realizar intervenções corretivas, como o tratamento das fissuras e a aplicação de impermeabilizantes.
- Prevenção: Monitorar a umidade e as fissuras ao longo do tempo e realizar manutenções preventivas conforme necessário.

3. Desagregação ou Erosão (Pontuação 64)

- Ação: Avaliar a extensão da desagregação e erosão. Aplicar reparos localizados e, se necessário, reforçar as áreas afetadas.
- Prevenção: Manter a drenagem adequada e monitorar a condição da edificação para evitar futuras erosões.

4. Fissuras e Trincas, Rachaduras, Descolamento de Revestimento e Desníveis (Pontuação 48)

- Ação: Realizar análise das causas das fissuras e trincas. Executar reparos estruturais, como injeção de resinas, para estabilizar e reparar as áreas afetadas.
- Prevenção: Implementar um plano de monitoramento contínuo para identificar alterações e executar manutenções corretivas antes que os problemas se agravem.

5. Desgaste Superficial ou Abrasão, Desagregação de Pintura, Desbotamento, e Descolamento ou Empolamento (Pontuação 12-27)

- Ação: Monitorar regularmente as condições e realizar pequenas correções e repinturas quando necessário.
- Prevenção: Estabelecer um cronograma de manutenção estética para conservar a aparência e a proteção da edificação.

É essencial documentar todas as intervenções e inspeções realizadas, o que facilitará futuras análises e decisões sobre a manutenção da edificação.

4.3. Análise de Frequência e Gráfico de Distribuição das Patologias

No processo de vistoria técnica e levantamento das manifestações patológicas presentes na edificação da Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN, foi possível identificar e categorizar diversas falhas construtivas. A tabela de frequência das ocorrências e o gráfico percentual apresentados a seguir evidenciam a quantidade relativa das manifestações, o que nos permite priorizar ações de reparo e manutenção conforme a severidade e frequência dessas manifestações patológicas.

A Tabela 1 apresenta as manifestações patológicas registradas, juntamente com suas respectivas frequências de ocorrência. A análise das frequências demonstra que as fissuras, trincas e rachaduras são as patologias mais prevalentes, representando aproximadamente 27,71% das manifestações detectadas. Esse alto percentual indica que o desempenho estrutural da edificação está sendo comprometido, o que requer atenção prioritária para garantir a integridade e segurança da construção. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2021), fissuras e trincas podem ser causadas por recalques diferenciais, erros de execução ou ausência de juntas de dilatação, fatores que exigem diagnósticos detalhados para ações corretivas.

Outro ponto relevante é a infiltração por capilaridade, que representa 14,46% das ocorrências. Essa manifestação patológica está diretamente relacionada à ausência de medidas adequadas de impermeabilização nas fundações, conforme aponta a NBR 9575 (ABNT, 2020) e NBR 9574 (ABNT, 2019), as quais especificam os procedimentos necessários para garantir a estanqueidade de elementos construtivos. A NBR 15575 (ABNT, 2021), ao tratar do desempenho de edificações, também exige que seja garantida a impermeabilidade para evitar manifestações patológicas relacionadas à umidade, como manchas e bolores.

A análise gráfica da Figura 1 ilustra a distribuição percentual das patologias, destacando visualmente a prevalência de cada uma. Além das fissuras e infiltrações, manifestações como manchas de umidade (12,05%) e desgaste superficial (9,64%) também aparecem com frequência considerável. A presença dessas patologias aponta para a necessidade de revisões nos sistemas de vedação e acabamento da edificação, conforme as orientações da NBR 13755, que regula os procedimentos para a correta aplicação de revestimentos cerâmicos e argamassados, evitando descolamentos e degradações.

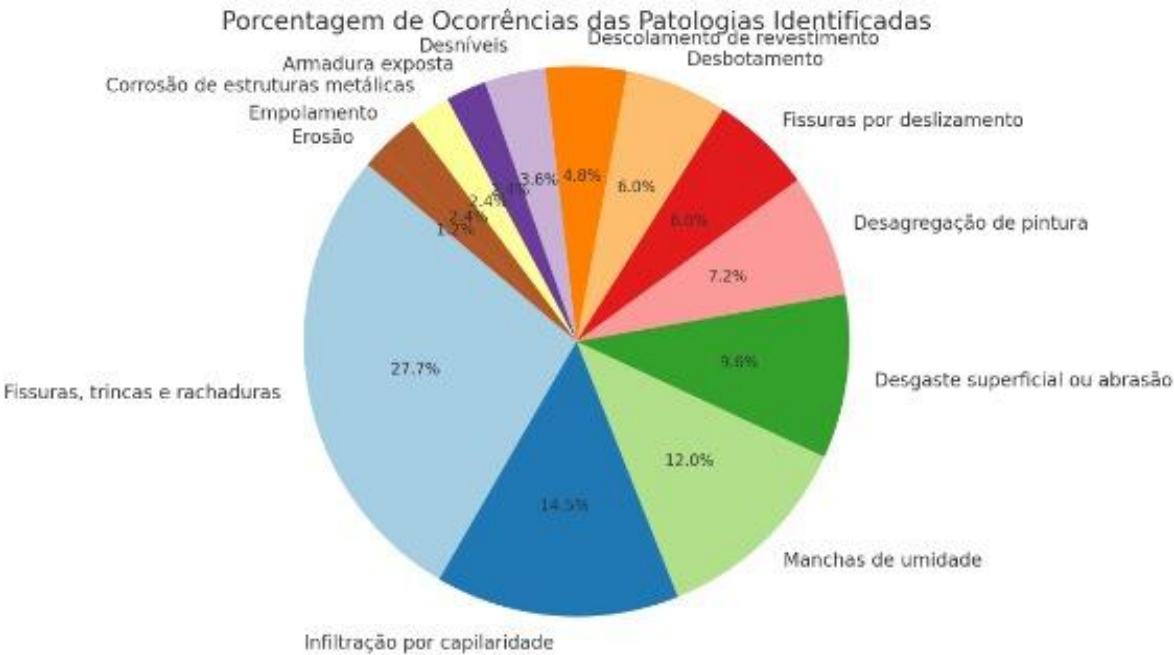
A partir desses dados, é possível observar que uma parcela significativa das manifestações patológicas está diretamente ligada à má execução, falhas no projeto e ausência de manutenção preventiva, como descrito na NBR 5674 (ABNT, 2021), que define as responsabilidades em relação à manutenção predial para garantir o desempenho e a durabilidade das edificações ao longo do tempo. A Tabela 3 apresenta a frequência das manifestações patológicas encontradas.

Tabela 3 - Frequência das Manifestações Patológicas

Patologia	Ocorrências	Porcentagem (%)
Fissuras de Deslizamento	30	32,61%
Infiltração por Capilaridade	20	21,74%
Fissuras e Trincas	15	16,30%
Desagregação de Pintura	10	10,87%
Descolamento de Revestimento	7	7,61%
Desgaste Superficial ou Abrasão	5	5,43%
Desnível	3	3,26%
Armadura Exposta	2	2,17%
Corrosão em Estruturas Metálicas	8	8,70%

A Figura 72 ilustra a distribuição percentual das principais manifestações patológicas identificadas nas edificações analisadas. O gráfico destaca a prevalência de cada manifestação patológica, permitindo uma compreensão visual das ocorrências mais frequentes, como fissuras, trincas e umidade. Essa análise é fundamental para direcionar estratégias de manutenção e reparo, além de contribuir para a avaliação da qualidade das construções.

Figura 72 - Gráfico de Porcentagem das Manifestações Patológicas



Fonte: Autoria Própria (2024)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como foco identificar as manifestações patológicas na Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN, e propor soluções técnicas construtivas adequadas. Através da realização de visitas realizadas, foi possível documentar e analisar as principais manifestações patológicas que afetaram a estrutura, incluindo: armadura exposta, manchas por umidade, empolamento, fissuras, trincas e rachaduras, desgaste superficial, deformações e empenamento, fissura de deslizamento, descolamento de revestimento, desnível, desagregação de pintura, erosão, corrosão em estruturas metálicas, infiltração por capilaridade e desbotamento. Esses fenômenos destacam a variedade e complexidade dos problemas que podem comprometer a integridade e a funcionalidade das construções.

Essas manifestações são resultado de uma combinação de fatores, como falhas no projeto, execução inadequada, uso de materiais de baixa qualidade, condições ambientais adversas e falta de manutenção preventiva. Cada manifestação patológica representa um sinal de deterioração que, se não tratado adequadamente, pode evoluir e gerar danos mais graves à estrutura, afetando a segurança e a durabilidade da edificação.

Os objetivos específicos foram realizados, com a coleta de dados fotográficos que permitiram uma visualização clara das manifestações patológicas, seguida de um critério de identificação de suas origens. O comportamento dessas manifestações foi monitorado, possibilitando a proposta de soluções que, além de mitigar os problemas atuais, visam evitar recorrências futuras. O prognóstico previsto demonstra que uma intervenção rápida, com a aplicação de técnicas construtivas complementares, pode garantir a longevidade estrutural do edifício e o seu uso.

A catalogação das manifestações patológicas mais frequentes, juntamente com a análise das suas causas, reforçam a necessidade de uma manutenção preventiva e corretiva rigorosa para preservar a integridade da biblioteca. O estudo revelou que o diagnóstico preciso e a intervenção técnica correta são fundamentais para o tratamento e prevenção desses problemas. Além disso, a manutenção regular e a atenção aos sinais iniciais de manifestações patológicas podem prolongar significativamente a vida útil das construções e evitar reparos onerosos no futuro. Este trabalho também oferece uma base técnica sólida para futuras intervenções em edificações com características semelhantes, fornecendo diretrizes que podem ser amplamente aplicadas na construção civil, com especial atenção ao anterior.

Com a identificação e a compreensão das manifestações patológicas são essenciais para engenheiros, arquitetos e demais profissionais da construção civil, contribuindo para a elaboração de práticas construtivas mais eficientes e sustentáveis. Este TFG reforça a importância de uma abordagem preventiva e corretiva para garantir edificações seguras, duráveis e esteticamente agradáveis, promovendo assim a valorização e a preservação do patrimônio construído.

Portanto, conclui-se que o estudo realizado cumpre com os objetivos propostos e oferece contribuições valiosas para a melhoria das condições construtivas da Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN.

6. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos resultados obtidos e nas análises realizadas sobre as manifestações patológicas na Biblioteca da UFERSA, Campus Angicos - RN, sugere-se a realização de estudos complementares e ações técnicas para ampliar o entendimento e assegurar a integridade da edificação. As recomendações para trabalhos futuros são:

1. **A Importância da Integração de Tecnologias Avançadas na Avaliação de Patologias em Edificações:** Uma das principais limitações deste trabalho foi a ausência de medições quantitativas e testes laboratoriais, devido à indisponibilidade de equipamentos no campus, o que afetou a precisão na avaliação das patologias. Essa limitação evidencia a necessidade de integrar métodos de campo e análises laboratoriais para uma compreensão mais completa da edificação.
2. **Análise Geotécnica Completa:** Desenvolver estudos aprofundados do comportamento do solo e sua interação com a estrutura, visando verificar recalques diferenciais e sua influência nas fissuras identificadas.
3. **Sistemas de Drenagem e Reaproveitamento de Água:** Implementar melhorias no sistema de drenagem e reaproveitamento da água de aparelhos de ar-condicionado para reduzir infiltrações e promover práticas sustentáveis.
4. **Integração de Materiais Sustentáveis:** Sugerir o uso de materiais ecológicos e técnicas construtivas sustentáveis nas intervenções, garantindo maior durabilidade e eficiência energética.
5. **Aplicativo para Inspeção Automatizada e Registro Fotográfico:** O funcionamento do aplicativo seria baseado na organização das informações por setor e tipo de patologia, facilitando a criação de um histórico digital completo da edificação. Esse histórico permitiria que todas as manifestações e intervenções fossem documentadas e acessadas de maneira prática e eficiente. Além disso, o sistema poderia gerar relatórios automáticos a partir das informações inseridas, oferecendo análises precisas e padronizadas para suporte à tomada de decisão.

Essas sugestões visam auxiliar futuros alunos no desenvolvimento de trabalhos inovadores, relevantes e tecnicamente sólidos, contribuindo não apenas para o campo da patologia das edificações, mas também para o avanço das boas práticas na engenharia civil.

REFERÊNCIAS

- A5 ENGENHARIA. Teste. A5 Engenharia, 2013. Disponível em: <https://a5engenharia.blogspot.com/2013/08/teste.html>. Acesso em: 01 out. 2024.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 15575: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2024.
- AECWEB. Conheça 5 manifestações patológicas nas construções. Revista AECweb, 2021. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/conheca-5-manifestacoes-patologicas-nas-construcoes/21346>. Acesso em: 01 out. 2024.
- ALMEIDA, João. Trincas em edificação: causas, tipos e soluções. Revista Fundações & Obras Geotécnicas, 2019. Disponível em: <https://revistaft.com.br/trincas-em-edificacao-2/>. Acesso em: 01 out. 2024.
- ANDRADE, J. A. Patologias em edificações: diagnóstico e soluções. São Paulo: Editora Técnica, 2021.
- ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. Patologia das Estruturas. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto – Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: Argamassa para Assentamento e Revestimento de Paredes e Tetos. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13755: Revestimentos de Paredes Internas e Externas com Placas Cerâmicas e com Utilização de Argamassa Colante. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Partes 1 a 6. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Desempenho – Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-2: Edificações habitacionais – Desempenho (Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais). Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15577: Agregados – Reatividade Álcali-Agregado – Parte 1: Diretrizes para Avaliação. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15900: Estruturas de Concreto – Critérios de Medição de Deformações. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16747:2020 – Inspeção Predial – Diretrizes, Conceitos, Terminologia e Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419: Proteção contra Descargas Atmosféricas. Partes 1 a 4. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: Confiabilidade e Manutenabilidade. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e Execução de Fundações. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484: Solo – Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT - Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7200:1998. Execução de Revestimento de Argamassa. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7480:2008. Barras e Fios de Aço destinados a Armaduras para Concreto Armado. Rio de Janeiro: ABNT, 2008..

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7584: Concreto endurecido – Avaliação pelo esclerômetro de reflexão. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8800:2008. Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2008

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9574:2008. Execução de Impermeabilização – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 11682:2012. Estanqueidade à Água em Elementos Construtivos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12217:1996. Drenagem Superficial. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13245:2011. Argamassas para Revestimento de Paredes e Tetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13755:1996. Revestimentos de Paredes Internas e Externas com Placas Cerâmicas e Argamassa Colante. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16747: Inspeção Predial - Diretrizes, Conceitos, Terminologia e Procedimentos. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16818: Termografia infravermelha: Procedimento de aplicação. Rio de Janeiro, 2020.

ASTM. D6432-19: Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar. West Conshohocken, 2019.

CARDOSO, R.; GOMES, J. Patologia das Estruturas: Diagnóstico e Reparo. São Paulo: Editora Pini, 2018.

CAMPOS, J. Gestão de Manutenção em Edificações. São Paulo: Editora Atlas, 2015.

CAMPOS, J. Gestão de Riscos na Construção Civil. São Paulo: Editora Atlas, 2015.

CARVALHO, M.; MENEZES, A. Gestão de Patologias em Edificações. São Paulo: Editora Érica, 2018.

COSTA, A. Patologia das Estruturas de Concreto e Aço. São Paulo: Editora Pini, 2010.

DUARTE, J. Fissuras e Rachaduras em Edificações: Diagnóstico e Tratamento. São Paulo: Editora Pini, 1998.

ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP. Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. [S.l.], [s.n.], [ano não identificado].

ESPINDOLA, Bruna et al. Inspeção, diagnóstico e intervenção de manifestações patológicas em edifício residencial multifamiliar em Brasília-DF. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 2021.

FERREIRA, Jackeline Batista et al. Manifestações patológicas na construção civil. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE, v. 5, n. 1, p. 71, 2018.

HELENE, P. Deterioração de Estruturas de Concreto: Causas e Soluções. Rio de Janeiro: Editora Blucher, 2007.

HELENE, P. Patologia das Estruturas. São Paulo: Editora Érica, 1992.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 16810: Non-destructive testing – Ultrasonic testing. Geneva, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19650: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works. Geneva, 2018.

IMPERLAST. Infiltração por capilaridade e por pressão negativa. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://imperlast.com/infiltracao-capilaridade-e-presaonegativa/>. Acesso em: 01 jul. 2024.

MARTINS, A.; REIS, P. Gestão de Manutenção e Risco em Edificações. São Paulo: Editora Érica, 2020.

MARTINS, Letícia. Principais manifestações patológicas encontradas em uma edificação. Brasil Escola, 2020. Disponível em:

<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm>. Acesso em: 01 out. 2024.

PINHEIRO, L. Corrosão em Estruturas de Concreto: Diagnóstico e Prevenção. São Paulo: Editora Atlas, 2019.

PINHEIRO, L. Fissuras e Trincas em Estruturas de Concreto: Causas e Soluções. Rio de Janeiro: Editora Blucher, 2020.

PINHEIRO, L. Gestão de Riscos e Manutenção em Edificações. Rio de Janeiro:

SENA, Gildeon; LEONI, Matheus; NETO, Abdala. Patologia das Construções. 1. ed. [S.l.]: 2B Educação, 2020. 256 p.

SOUZA, Vicente; RIPPER, Thomaz. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. 1. ed. Aracaju: PINI LTDA., 1998. 262 p. v. 1.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Relatório de Vistoria de Patologias Prediais: CED – Centro de Educação a Distância, Anexo do Bloco B. Florianópolis, 2011.

VILLANUEVA, Marina Miranda. A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação. 2015. 159 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.