

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

**ISRAEL BILLY ANDRADE CRISPIM**

**LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS  
INCIDENTES EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: UM ESTUDO DE CASO DA REDE  
MUNICIPAL DE ENSINO DA CIDADE DE BAIXIO-CE**

Cajazeiras-PB  
2021

**ISRAEL BILLY ANDRADE CRISPIM**

**LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS  
INCIDENTES EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: UM ESTUDO DE CASO DA REDE  
MUNICIPAL DE ENSINO DA CIDADE DE BAIXIO-CE**

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

Cajazeiras-PB  
2021

IFPB / Campus Cajazeiras  
Coordenação de Biblioteca  
Catalogação na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593

C932l

Crispim, Israel Billy Andrade

Levantamento e diagnóstico das manifestações patológicas incidentes em edificações públicas: um estudo de caso da rede municipal de ensino da cidade de Baixo-CE / Israel Billy Andrade Crispim; orientador Cicero Joelson Vieira Silva.- 2021.

83 f.: il.

Orientador: Cicero Joelson Vieira Silva.

TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021.

1. Manifestações patológicas 2. Escolas públicas 3. Manutenção predial I.

Título

CDU 624:721(0.067)

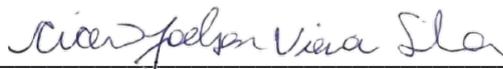
**ISRAEL BILLY ANDRADE CRISPIM**

**LEVANTAMENTO E ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS  
INCIDENTES EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS: UM ESTUDO DE CASO DA REDE  
MUNICIPAL DE ENSINO DA CIDADE DE BAIXIO-CE**

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

Aprovado em 23 de setembro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**



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



Prof<sup>a</sup>. Me. Katharine Taveira de Brito Medeiros – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Examinador 1



Prof. Me. Cícero de Souza Nogueira Neto – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Examinador 2

Dedico este trabalho em especial ao meu tio José Tadeu (*in memoriam*), aos meus pais, irmão, namorada, toda minha família e amigos, pelo suporte em todos os momentos difíceis.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Lídia e Orisvaldo, por sempre fazerem todo o possível para que seus filhos tivessem a melhor vida, por todo apoio e carinho ao longo desses cinco anos de graduação, sem eles, nada disso seria possível.

Ao meu irmão, Bryan, que mesmo quieto, calado, sempre me apoiava.

À minha namorada Katia Kaline, por todo amor e carinho, por sempre me apoiar e acreditar nos meus objetivos, te amo!

A todos os meus colegas, que se tornaram verdadeiros irmãos, em especial, Gabriel, Carlos Henrique, Tainara, Cicero, Vinnicius, Radamés e Sandro, por estarem sempre próximos e compartilharem de todos os momentos difíceis e felizes durante essa jornada acadêmica.

Ao meu orientador, Professor Cicero Joelson Vieira Silva, pela confiança e ter aceitado participar desse desafio comigo, pelos ensinamentos, dedicação e paciência que foram fundamentais para realização desta pesquisa.

A Secretária de Educação do Município de Baixo – CE, Ana Paula Ferreira Farias, pelo apoio dado na execução deste trabalho estudo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB *Campus* Cajazeiras, por proporcionar um ensino de qualidade e pela oportunidade de realização de trabalhos na área de pesquisa.

## RESUMO

Existem alguns pilares de extrema importância para o desenvolvimento de uma nação, e a educação é um deles. Para se ter uma educação de qualidade, é necessário que a infraestrutura escolar esteja em ótimo estado, o que muitas vezes não acontece, pois grande parte das instalações acabam por sofrer de problemas patológicos, devido a falhas na sua construção ou a falta de manutenções que corrigissem tais problemas. Desta maneira, o presente trabalho tem como objetivo investigar a situação das escolas da rede pública municipal de ensino da cidade de Baixio-CE, em relação aos problemas patológicos construtivos recorrentes nas suas edificações, buscando descobrir suas causas, origens e mecanismos de ocorrência, de forma que seja possível propor medidas corretivas, que garantam a estética, durabilidade e o desempenho mínimo das suas estruturas. Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas inspeções e vistorias prediais, baseadas em um *checklist*, onde foram realizados registros fotográficos das manifestações patológicas presentes nas edificações e o preenchimento de listas de checagem importantes para o desenvolvimento da análise. Entre os sistemas analisados, as alvenarias destacam-se com a maior quantidade de manifestações patológicas diferentes totalizando 35% de todas as anomalias, já os sistemas com menor incidência foram as instalações elétricas, hidrossanitários e as estruturas metálicas, ambas com 5% do total. Constatou-se que grande parte dos problemas eram causados pela umidade, seja de forma acidental ou por falhas na impermeabilização e que os mesmos estavam em estágio inicial, tornando mais fácil o seu reparo de forma corretiva ou preventiva. Contudo, salienta-se a importância de uma gestão de qualidade acerca dos bens públicos, a contratação de empresas e profissionais especializados para correções eficazes e a implementação de planos de manutenções nas edificações.

**Palavras-chave:** manifestações patológicas; escolas públicas; manutenção predial.

## ABSTRACT

There are some extremely important pillars for the development of a nation, and education is one of them. In order to have a quality education, it is necessary that the school infrastructure must be in excellent condition, which often doesn't happen, because the biggest part end up suffering from pathological problems, due to failures in their construction or the lack of maintenance that could correct such problems. In this way, this study aims to investigate the situation of public schools in the city of Baixio-CE, in relation to recurrent constructive pathological problems in their buildings, seeking to discover their causes, origins and mechanisms of occurrence, to be able to propose corrective measures, which guarantee the aesthetics, durability and minimum performance of its structures. For the development of the work, inspections and building surveys were carried out, based on a checklist, where was made photographic records of the pathological manifestations present in the buildings and also developed checklists for the analysis. Among the systems analyzed, masonry stands out with the largest amount of different pathological manifestations, totaling 35% of all anomalies, and the system with the lowest incidence were electrical, plumbing and metallic structures, both accounting 5% of the total. It was found that most of the problems were caused by moisture, either accidentally or by failures in waterproofing, and they were at an early stage, making it easier to repair them in a corrective or preventive way. However, the importance of quality management of public goods, the hiring of companies and specialized professionals for effective corrections and the implementation of maintenance plans in buildings is highlighted.

**Keywords:** pathological manifestations; public schools; building maintenance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Origem dos problemas patológicos com relação as etapas de produção e uso das obras civis.....	20
Figura 2 - Origem dos problemas patológicos.....	21
Figura 3 – Lei de evolução dos custos ou Lei de Sitter.....	21
Figura 4 – Desempenho ao longo do tempo .....	29
Figura 5 – Mapa com a localização da cidade de Baixio-CE.....	33
Figura 6 – Fachada da escola I1 .....	34
Figura 7 - Fachada da escola I2 .....	34
Figura 8 – Fachada da escola I3 .....	35
Figura 9 – Fachada da escola I4 .....	36
Figura 10 - Fachada da escola I4-1.....	36
Figura 11 – Fachada da escola I5 .....	37
Figura 12 – Fachada com incidência de manchas escuras.....	46
Figura 13 – Manchas escuras por falta de pingadeira no muro .....	46
Figura 14 – Manchas esverdeadas .....	47
Figura 15 – Sala interditada devido a rachadura .....	50
Figura 16 – Vista externa da rachadura .....	50
Figura 17 – Fissuras por falta de verga.....	51
Figura 18 - Fissuras devido à falta de contravergas .....	52
Figura 19 – Mancha na alvenaria devido a umidade ascendente .....	53
Figura 20 – Deslocamento do revestimento devido a umidade ascendente .....	53
Figura 21 – Descolamento do revestimento devido a umidade ascendente .....	54
Figura 22 – Eflorescência.....	55
Figura 23 – Eflorescência causando danos a pintura.....	55
Figura 24 – Presença do pó fino sobre o revestimento.....	56
Figura 25 – Desagregação do revestimento com pulverulência .....	57
Figura 26 – Bolha na pintura causando descascamento .....	57
Figura 27 – Descascamento da pintura.....	58
Figura 28 – Desgaste superficial do piso devido abrasão.....	60
Figura 29 – Piso com desgaste a abrasão e reparos .....	61
Figura 30 – Piso danificado por raízes .....	61

Figura 31 – Piso com recalque .....	62
Figura 32 – Rebaixamento do contrapiso .....	63
Figura 33 – Piso com delaminação.....	64
Figura 34 – Estrutura metálica com corrosão .....	65
Figura 35 – Fios e ligação sem a proteção do eletroduto .....	67
Figura 36 – Eletroduto exposto .....	67
Figura 37 - Mancha na alvenaria devido a vazamentos.....	68
Figura 38 - Desagregação do revestimento devido a vazamentos.....	69
Figura 39 - Manchas causadas por falhas na cobertura .....	69
Figura 40 - Manchas no forro devido a falhas na cobertura .....	70
Figura 41 - Estrutura de madeira da cobertura danificada por cupins. ....	71
Figura 42 - Estrutura de madeira da cobertura com a presença de umidade .....	71
Figura 43 - Corrosão na esquadria metálica .....	72
Figura 44 - Corrosão em esquadrias desprotegidas .....	73
Figura 45 - Fôrma da porta danificada por cupins.....	74

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Detalhamento de fissura, trinca, rachadura, fenda e brecha .....	22
Quadro 2 – Origem da umidade nas edificações .....	23
Quadro 3 - Exigências mínimas de desempenho das edificações segundo NBR 15575/2013 e ISO 6241/2013.....	26
Quadro 4 - Vida útil de projeto mínima e superior (VUP).....	27
Quadro 5 – Definição de manutenção corretiva planejada e não planejada.....	30
Quadro 6 – Manifestações patológicas incidentes nas edificações .....	40

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de manifestações por sistemas.....	42
Gráfico 2 – Presença das manifestações nas fachadas .....	45
Gráfico 3 – Presença das manifestações nas alvenarias .....	49
Gráfico 4 – Presença das manifestações nos pisos das edificações.....	59

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	17
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
3.1	PATOLOGIA.....	18
3.1.1	Conceito .....	18
3.1.2	Sintomas.....	18
3.1.3	Origem.....	19
3.2	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS .....	21
3.2.1	Fissuras, trincas e rachaduras .....	22
3.2.2	Umidade .....	23
3.2.3	Eflorescência.....	23
3.2.4	Manchas, bolor e mofo.....	24
3.2.5	Descolamento do revestimento .....	25
3.3	DESEMPENHO.....	25
3.4	DURABILIDADE E VIDA ÚTIL.....	26
3.5	MANUTENÇÃO .....	28
3.5.1	Manutenção corretiva.....	29
3.5.2	Manutenção preventiva .....	30
3.5.3	Manutenção preditiva.....	30
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>32</b>
4.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	32
4.2	DESCRIÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO.....	33
4.2.1	Escola II .....	33

4.3	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	37
4.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	38
4.4.1	Revisão bibliográfica .....	38
4.4.2	Visita técnica.....	38
4.4.3	Análise dos dados.....	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>40</b>
5.1	ANAMNESE DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO .....	42
5.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS FACHADAS .....	44
5.2.1	Manchas escuras.....	45
5.2.2	Manchas esverdeadas (mofo).....	47
5.3	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS ALVENARIAS .....	48
5.3.1	Rachadura causada por recalque diferencial das fundações .....	49
5.3.2	Fissuras devido à ausência de vergas e contravergas.....	51
5.3.3	Manchas devido a umidade ascendente .....	52
5.3.4	Descolamento do reboco devido umidade ascendente.....	53
5.3.5	Eflorescência.....	54
5.3.6	Descolamento do reboco com Pulverulência .....	56
5.3.7	Descascamento e Bolhas na pintura.....	57
5.4	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NOS PISOS .....	59
5.4.1	Desgaste de piso por abrasão .....	59
5.4.2	Piso danificado devido a raízes .....	61
5.4.3	Rebaixamento do contrapiso .....	62
5.4.4	Delaminação.....	63
5.5	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NAS ESTRUTURAS METÁLICAS .....	65
5.5.1	Corrosão .....	65

5.6	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	66
5.6.1	Curto-circuito e fuga de corrente devido a fiação exposta.....	66
5.7	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS .....	67
5.7.1	Manchas e desagregação do revestimento devido a vazamentos na instalação hidrossanitária .....	68
5.8	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICA ENCONTRADAS NAS COBERTAS .....	69
5.8.1	Manchas na alvenaria e forro devido a falhas na cobertura .....	69
5.8.2	Defeitos na estrutura da cobertura devido a pragas e umidade .....	70
5.9	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICA ENCONTRADAS NAS ESQUADRIAS .....	72
5.9.1	Corrosão das esquadrias metálicas.....	72
5.9.2	Defeito nas esquadrias de madeira devido a pragas.....	73
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>75</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>77</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme é estabelecido pela Constituição Federal (CF) de 1988, é direito da população o acesso à educação, a saúde, a alimentação, ao trabalho, a moradia, ao lazer, a segurança e a assistência aos desamparados. No entanto, sabe-se que ainda grande parte dos brasileiros não possuem acesso a esses direitos, e que alguns desses encontram-se defasados, devido à má distribuição de verba para cada setor em específico.

A educação tem um papel fundamental para o desenvolvimento de uma nação, mas para que tudo corra da melhor forma, é necessário que algumas demandas sejam atendidas, que segundo o Plano Nacional de Educação – PNE, são: boas qualificações dos profissionais da educação, e que toda a infraestrutura escolar esteja com os padrões mínimos de qualidade exigidos pelo plano, que consiste que todos os espaços físicos estejam dispostos de iluminação e ventilação adequadas, que a rede elétrica e hidrossanitária estejam em bom estado, que hajam espaços reservados para a recreação como pátios e quadras esportivas, que a instituição esteja disposta de mobiliários pedagógicos e equipamentos multimídias para o ensino, adaptação para pessoas com deficiência entre outras (INEP, 2014).

Segundo o Censo Escolar da Educação Básica – CEEB (INEP, 2020), no Brasil em 2020 foram registradas 47,3 milhões de matrículas nas 179,5 mil escolas de educação básica do país, onde a rede pública detém 81,4% das matrículas, sendo distribuído em 48,4% das matrículas para a rede municipal, 32,1% para a rede estadual e 0,9% para a rede federal. Com isso podemos ver a importância da rede pública municipal para a educação e formação dos brasileiros.

Como o acesso à educação de qualidade é um direito constitucional de cada brasileiro, os governantes têm o dever de manter as instalações voltadas a educação sempre em bom estado, o que muitas vezes não acontece. Como muitas dessas edificações acabam sofrendo de manifestações patológicas, a manutenção desses espaços acaba por também ser um problema da construção civil.

A Norma brasileira, NBR 15575 (ABNT, 2013), define patologia como uma anomalia ou problema que pode se manifestar nas etapas de produção do produto, como também em decorrência do mau uso do mesmo e do próprio envelhecimento natural.

Martins (2006 apud RIGHI, 2009), comenta sobre uma pesquisa francesa onde foram estudadas mais de 10 mil situações de anomalias em edificações, no qual os problemas patológicos incidentes nas edificações, tanto públicas quanto privadas foram ocasionados, por falhas no planejamento em torno de 43% das vezes, 43% na execução, 6% na escolha dos

materiais e 8% devido à má utilização do espaço em questão. Como na maioria esmagadora dos casos os problemas aparecem por falha de projeto ou por problemas na execução, percebe-se a necessidade de um bom planejamento e gestão das obras a serem realizadas, para que com isso todos os sistemas sejam bem dimensionados e executados evitando assim o aparecimento de patologias e a necessidade de retrabalho.

No ano de 2017, segundo o Portal da Transparência da Cidade, uma escola localizada na sede foi contemplada com uma reforma no valor de R\$ 290.086,22, e apenas quatro anos após os reparos diversas anomalias reapareceram, frutos de um serviço não especializado, fazendo com que haja retrabalho e gastos para município. Para que as manutenções corretivas sejam realizadas de forma correta, eliminando de vez o problema, é necessário que haja um conhecimento específico das patologias e suas origens, a obtenção desses dados se dá por meio do diagnóstico, de acordo com Tutikian e Pacheco (2013), para se efetuar um diagnóstico correto de uma manifestação patológica, faz-se necessário realizar, inicialmente, uma inspeção visual para se fazer uma coleta de dados, identificando todos os sintomas observados, assim como sua localização e intensidade.

Portanto, deve haver um consenso dos órgãos públicos de zelar de forma mais eficiente suas instituições, quando isso não acontece, a falta de manutenção prévia e corretiva tornar-se um fator determinante para o aparecimento e agravamento de patologias. Pois, as manutenções realizadas nessas edificações por meio de licitação, são escolhidas na modalidade de menor preço para a contratação dos serviços de engenharia, e com isso, as reformas acabam sendo feitas de forma paliativa, acarretando o reaparecimento dos mesmos problemas, que contribuem para estado avançado de deterioração.

Dito isso, a pesquisa propõe um estudo de caso visando fazer um levantamento e análise das principais patologias presentes nas escolas da rede municipal de educação da cidade de Baixio-CE, que mesmo após inúmeras reformas, reaparecem, comprometendo a estética e segurança do local, e com isso propor as melhores soluções para os problemas recorrentes.

## **2 OBJETIVOS**

Neste capítulo serão apresentados os objetivos que nortearão o desenvolvimento do presente trabalho.

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Diagnosticar a situação das escolas públicas, em relação aos problemas patológicos, da rede municipal de educação da cidade de Baixio-CE, propondo medidas eficazes para o tratamento das manifestações encontradas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para atender o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

- realizar o levantamento das principais manifestações patológicas das escolas da rede municipal de educação da cidade de Baixio-CE;
- identificar as possíveis causas, origens e mecanismos de ocorrência das patologias encontradas;
- propor métodos de recuperação para cada anomalia encontrada.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Para a realização do trabalho, diversas referências bibliográficas foram consultadas para o levantamento de conceitos essenciais para o entendimento desta pesquisa.

#### 3.1 PATOLOGIA

##### 3.1.1 Conceito

O termo patologia vem da medicina, e que no seu sentido literal, deriva da junção de duas palavras gregas, *pathos* que significa doença e *logos* que significa estudo, o termo é definido por Granato (2002) como uma ciência cuja função é estudar as “doenças” das edificações.

Já segundo Helene (1992) a patologia pode ser entendida como a área da construção civil que busca estudar os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens de todos os defeitos das construções. Para a construção civil as patologias são definidas como os defeitos ou imperfeições que ocorrem nas edificações que não atendem de forma adequada a algumas funções para qual não foi projetada, comprometendo o seu desempenho, podendo acarretar a degradação da estética e da estrutura, ocasionando conseqüentemente a redução da sua vida útil.

De acordo com Helene (1992), quase todas as manifestações patológicas, se apresentam sobre os sistemas, dessa forma com estudo a fundo sobre elas, é possível supor a sua natureza, origem, causas e os mecanismos de ocorrência das anomalias, com isso podendo estimar as suas prováveis conseqüências.

As patologias estão presentes em grande parte das edificações construídas, fazendo com que seja comum ver as suas manifestações, para Lichtenstein (1985) a apresentação desses problemas se dá de duas formas, a simples onde o diagnóstico e o reparo são evidentes, ou da forma mais complexa, que acaba por exigir uma análise individualizada e especializada.

##### 3.1.2 Sintomas

De acordo com Helene (1992) vários problemas patológicos apresentam alguma categoria de manifestação externa, pelo qual é possível descobrir, qual a natureza, a origem e os mecanismos dessas manifestações, como também prever as suas conseqüências. Esses sintomas, também podem ser definidos, como anomalias, falhas, defeitos, lesões e

manifestações patológicas.

Para se efetuar um diagnóstico correto, Lima (2012) explica que o primeiro procedimento é fazer o levantamento de subsídios e coleta de dados por meio de vistorias e inspeções visuais, com isso será possível identificar os sintomas visíveis, com a sua localização e grau de intensidade.

O segundo procedimento é uma correta análise dos dados coletados, em que se deve verificar a influência da manifestação em cada sistema do edifício. Ao término dessas etapas é possível supor e estabelecer as causas e as origens para o aparecimento das manifestações, com isso possibilitando o diagnóstico.

Nesse contexto, Lima (2012) ainda cita quais são os sintomas mais comuns que aparecem nas edificações, dentre os quais, são: fissuração, desagregações, deslocamentos, falhas de concretagem, deformação excessiva, manchas de umidade, mofo e bolor, eflorescências, mau funcionamento das esquadrias, vibração excessiva, problemas de ventilação e mudanças de coloração.

### 3.1.3 Origem

Com a modernidade envolvida na construção civil, e a busca por métodos construtivos que garantam a máxima economia e velocidade de construção, o aparecimento de patologias é favorecido quando existem falhas em alguns pontos, como falhas na execução e nos processos de qualidade da construção, pois, com a evolução do conhecimento se aprofundando nos materiais e nas técnicas, é possível reduzir o consumo dos materiais na construção, e quando ocorrem falhas nos processos acontece um aumento no aparecimento de patologias, trazendo consigo defeitos aparentes, causando insatisfação dos usuários, e em alguns casos provocando problemas sérios na estrutura.

Visto isso, há a necessidade de se estudar as origens das patologias incidentes nas edificações, que segundo Souza e Ripper (1998) ao não considerar casos excepcionais, como catástrofes naturais e eventos imprevisíveis, os problemas patológicos têm suas origens através de falhas durante as etapas da construção de civil, divididas em três etapas: a concepção da obra, que engloba o planejamento, o projeto e os materiais, a execução e a utilização da edificação.

As origens das patologias são definidas em quatro grupos quanto a sua origem:

- *Congênitas*: são as que já surgem na fase de planejamento da obra, ou seja, na fase de projeto, essas patologias são devido a uma especificação inadequada dos materiais a serem utilizados, a

falta de ensaios prévios e durante a realização do projeto, erros na parte de dimensionamento e pôr fim a falta de compatibilização dos projetos.

- *Construtivas*: essas no que lhe concerne surgem na fase de execução da obra, que podem decorrer de uma mão de obra não qualificada, controle dos materiais de forma ineficiente e a falta de fiscalização profissional durante a construção, para que se tenha a certeza de que tudo ocorra da forma planejada.

- *Adquiridas*: são as que vão surgir apenas com o final da obra, essas dependerão da classe de agressividade do meio à qual ela está introduzida, a forma onde a edificação está sendo utilizada, e por meio da falta de manutenções prévias ou por manutenções ineficientes.

- *Acidentais*: que surgirão a partir de fenômenos naturais ou por meio de acidentes.

Helene (1992), afirma através de um estudo desenvolvido por Grunau (1981), que a grande parte das patologias tem origem nas fases de projeto e planejamento, como apresentado na Figura 1.

**Figura 1** - Origem dos problemas patológicos com relação as etapas de produção e uso das obras civis



**Fonte:** Adaptado de Grunau (1981 *apud* Helene, 1992)

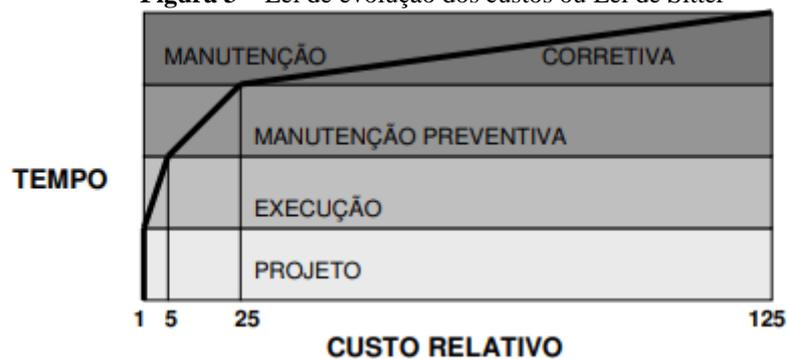
Já segundo Carmona e Marega (1988 *apud* SILVA; JONOV, 2011) apresenta a execução como a principal origem das patologias nas edificações conforme mostrado na Figura 2.

**Figura 2 - Origem dos problemas patológicos**

Fonte: Adaptado de Carmona e Marega (1988 *apud* SILVA; JONOV, 2011)

De acordo com as Figuras 1 e 2, é perceptível um padrão nas origens das manifestações patológicas, pois a maioria delas se apresentam de forma congênita e construtivas, com sua origem nas fases de execução e de projeto, fazendo com que desde cedo as edificações sofram com problemas patológicos, causando a diminuição da sua vida útil, e a necessidade de intervenções para suas devidas correções, fazendo com que haja retrabalho e gastos que poderiam ser evitados.

Assim, a Lei dos Cinco ou Lei de Sitter consegue explicar apresentando uma projeção geométrica, que quanto mais tempo demorar para haver algum tipo de manutenção, maior serão os gastos, como mostra a Figura 3.

**Figura 3 – Lei de evolução dos custos ou Lei de Sitter**

Fonte: Sitter, (1984 *apud* Vitório, 2005)

### 3.2 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Seguindo os sintomas mais comuns presentes nas edificações, serão apresentadas as principais manifestações patológicas comumente encontradas em edificações no semiárido nordestino como: fissuras, trincas, rachaduras, a presença da umidade, eflorescências, manchas, bolor, mofo e descolamento do revestimento.

### 3.2.1 Fissuras, trincas e rachaduras

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) a fissura é uma abertura formada devido a deformações ou deslocamentos na edificação, ela pode ser classificada em estática ou dinâmica, cíclica, finita ou infinita. As fissuras e trincas são de comum ocorrência na construção civil, e de acordo com Silva e Jonov (2011) é importante o seu estudo, pois, servem como um aviso para um eventual estado de perigo para a estrutura, podem causar a diminuição do desempenho da edificação e a insatisfação devido à falha na estética.

O mesmo conceito das fissuras é empregado para as trincas e rachaduras, pois elas representam a ruptura de elementos e materiais de forma mais contundente, mas havendo distinções quanto ao tamanho e profundidade, as trincas podem ser tão finas que pode ser necessário a utilização de instrumentos para a detecção, como também podem danificar os elementos estruturais, assim como as rachaduras, no Quadro 1, Silva e Jonov (2011) detalham cada categoria de anomalia devido a sua abertura.

**Quadro 1** – Detalhamento de fissura, trinca, rachadura, fenda e brecha

<b>ANOMALIAS</b>	<b>ABERTURAS (mm)</b>
Fissura	De 0 a 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Superior a 10,00

**Fonte:** Silva e Jonov, 2011

Como visto no Quadro 1, é possível definir cada anomalia em função da sua abertura, com isso temos que a fissura é uma abertura ocasionada por ruptura do material com abertura menor igual a 0,5 mm, a trinca é uma abertura maior que 0,5 e menor que 1,5 mm, os termos rachadura, fenda e brecha não são definidos por norma, logo acabam por ser uma forma mais informal a se referir. Mas temos que partir da rachadura, a abertura já tem um tamanho significativo, que é possível perceber a passagem de luz dentro dela.

As fissuras e trincas podem aparecer por diversos motivos, Silva e Jonov (2011) definiram as principais causas para o aparecimento de fissuras nas edificações:

- por movimentações térmicas;
- por movimentações higroscópicas;
- por atuação de sobrecargas;
- por deformações excessivas da estrutura;
- devido a recalques de fundação;

- devido à retração de produtos à base de cimento;
- alterações químicas dos materiais;
- hidratação retardada de cales;
- ataque por sulfatos;
- corrosão de armadura;
- patologias decorrentes da umidade;

### 3.2.2 Umidade

A umidade é um grande problema para as edificações, ainda mais com a sua alta frequência de aparição, o que resulta em vários problemas em diferentes sistemas da edificação, segundo Verçozza (1991) a umidade não é somente a causa de patologias, mas ela também age como um caminho para que várias outras ocorram nas edificações, pois ela é um dos fatores principais para o aparecimento de manchas, ferrugens, mofo, bolor, eflorescência, defeitos nas pinturas, perda de reboco e até podendo causar danos estruturais a construção.

Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013) a umidade é um agente que acelera os mecanismos de deterioração das construções, acarretando a diminuição da habitualidade e da higiene do ambiente. Sua presença pode se dar por vários meios, como por exemplo falha de projeto de impermeabilização da fundação da edificação, que acaba por sendo um problema difícil de aplicar medida corretiva, devido ao seu alto valor e a complexidade do reparo, os problemas devido a umidade podem aparecer em vários elementos das edificações, tais como paredes, pisos, fachadas, estruturas de concreto, coberturas, forros entre outros. No Quadro 2 é dada as origens das umidades e os locais de ocorrência.

**Quadro 2** – Origem da umidade nas edificações

<b>ORIGENS</b>	<b>PRESENTE NA</b>
Umidade proveniente da execução da construção.	Confecção do concreto, confecção de argamassas, execução de pinturas.
Umidade oriunda das chuvas.	Cobertura (telhados), paredes, lajes de terraços.
Umidade trazida por capilaridade (Umidade ascendente).	Terra através do lençol freático.
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgoto.	Paredes, telhados, pisos, terraços.
Umidade de condensação.	Paredes, forros, pisos, peças com pouca ventilação, banheiros, cozinhas e garagens.

**Fonte:** Adaptado de Klein (1999, *apud* Souza, 2008)

### 3.2.3 Eflorescência

As eflorescências segundo Ribeiro *et al.* (2018), são depósitos formados pela cristalização de soluções salinas, esses depósitos ocorrem devido ao processo de evaporação da água na alvenaria, que quando ocorre a evaporação os depósitos cristalinos são formados. As eflorescências podem aparecer em vários sistemas, como pisos e diferentes tipos de alvenarias, na forma de manchas brancas.

Segundo Menezes *et al.* (2006) existem duas categorias de eflorescências: subflorescências ou criptoflorescência e as eflorescências, onde a primeira é um determinado tipo de eflorescência em que as manchas brancas não estão aparentes, pois os depósitos salinos estão sob a camada da argamassa, ou do revestimento cerâmico, já as eflorescências são os depósitos salinos que estão aparentes, sobre a camada de argamassa ou entre as placas de revestimento cerâmico.

Oliveira Junior (2018) aponta os fatores necessários para que ocorra o aparecimento de eflorescências e subflorescências, que por se tratar de uma manifestação derivada da presença de sais nos revestimentos ou pisos, se propiciam no semiárido nordestino, pois é bastante recorrente a presença de ventos fortes e sais solúveis na água ou areia, tornando o nordeste um ambiente muito favorável para o aparecimento das eflorescências.

#### 3.2.4 Manchas, bolor e mofo

Segundo Bauer (2009) as manchas se apresentam em três colorações, marrom, verde e preta, oriundas de causas distintas, as marrons estão ligadas a ferrugem, já as verdes e escuras estão ligadas a ação da umidade nas alvenarias, propiciando um ambiente favorável para o surgimento de mofo e bolor.

Para Souza (2008) o emboloramento dos revestimentos é uma alteração na superfície de diferentes materiais devido à presença e ação de microrganismos parasitários, causando as manchas, como os demais organismos vivos, a condição ambiental do local que eles estão influenciam na sua presença, locais com bastante umidade, pouca incidência solar e dos ventos, propiciam a presença do mofo e bolor.

Para Cechinel *et al.* [s. d.], a presença de manchas e derivados de umidade acidental é inaceitável nas edificações, pois isso implica que a umidade conseguiu ultrapassar todas as barreiras de impermeabilização, causando danos a edificação. O que faz com que se compreenda a relevância do projeto, e da impermeabilização das edificações, para a prevenção de determinadas manifestações patológicas.

### 3.2.5 Descolamento do revestimento

Os revestimentos das alvenarias são ambientes passivos a manifestações caso ocorram erros nas suas etapas de concepção ou execução, a partir desses tipos de falhas os descolamentos dos revestimentos ocorrem de modo a separar a camada de reboco ou cerâmicas desses elementos, são comuns de encontrar nas edificações por possuírem diversas causas para sua ocorrência.

Para Bauer (2009) as origens dos problemas patológicos relacionados aos revestimentos estão atreladas a erros na execução dos revestimentos, através de mão de obra não qualificada e descumprimento das normas técnicas vigentes, outros fatores que influenciam são o desconhecimento sobre os materiais de construção, materiais de baixa qualidade, assim como problemas relacionados a falta de manutenção.

Bauer (2009) ainda explica que existem três categorias de descolamento do revestimento que são: descolamento por empolamento que ocorre em camadas com uma grande presença de cal, onde é formado bolhas causando o destacamento entre reboco e emboço; descolamento por placas onde ocorre uma ruptura da ligação entre o revestimento e a alvenaria, causando a queda de placas inteiras de revestimento; e por último o descolamento com pulverulência, onde a argamassa com traço errado e grande presença de finos na sua composição, começa a se desagregar com facilidade.

### 3.3 DESEMPENHO

O termo desempenho é uma palavra difundida em diversas áreas de atuação, mas que por muito tempo ficou sem uma definição concreta para a construção civil, Santos Filho (2015) aponta que o crescimento nos estudos de desempenho das edificações seu deu no início da década de 70 por meio de entidades internacionais importantes como a CIB (*Conseil International du Bâtiment* – Conselho Internacional de Pesquisa e Inovação na Construção), RILEM (*The International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures* – União Internacional de Laboratórios e Especialistas em Materiais, Sistemas e Estruturas de Construção) e a ASTM (*American Society for Testing and Materials* – Sociedade Americana de Testes e Materiais). Com isso em 1984 foi publicado a ISO 6241 (*International Organization for Standardization* – Organização Internacional de Padronização), a primeira norma de desempenho, que tinha o intuito de servir de base para que outros países conseguissem criar as suas normas.

A ISO 6241 (ABNT, 1984) serviu de base para a construção da NBR 15575 (ABNT, 2013) que define desempenho como o comportamento de uma edificação e todos os seus sistemas em uso. A Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2013), completa explicando que o desempenho das edificações poderá se diferir devido a alguns pontos, como o local em que ela está imposta, diferentes cuidados no uso e na manutenção e os seus ocupantes, logo podemos notar que o nível de desempenho mudará conforme as diferentes condições na qual a edificação estará exposta.

Um grande avanço no desempenho das edificações, foi o lançamento da ISO 6241 (ABNT, 1984), pois foi o momento inaugural para a difusão do termo na engenharia, mas esse não foi o primeiro registro histórico acerca do tema, pois no código de Hammurabi havia uma passagem em que é passível uma interpretação relacionada ao desempenho e segurança das edificações, pois nele se encontravam questões impostas às falhas nas casas dos cidadãos, que se caso viesse causar algum dano aos moradores, o construtor deveria ser penalizado da mesma forma.

Ainda, a ISO 6241 (ABNT, 1984) estabelece exigências mínimas para que seja possível manter padrões de desempenho na construção civil com o intuito de ajudar comitês de padrões relacionados com o desempenho das edificações, ao todo são 14 requisitos básicos do usuário, quase todos também estão presentes na NBR 15575 (ABNT, 2013) que a utilizou como base. No Quadro 3 estão dispostos os requisitos de cada norma.

**Quadro 3** - Exigências mínimas de desempenho das edificações segundo NBR 15575/2013 e ISO 6241/2013

ITEM	ISO 6241/1984	NBR 15575/2013
1	Estabilidade e resistência estrutural	Desempenho estrutural
2	Segurança ao fogo	Segurança contra incêndio
3	Segurança ao uso	Segurança no uso e na operação
4	Estanqueidade	Estanqueidade
5	Conforto higrotérmico	Desempenho térmico
6	Pureza do ar	Desempenho acústico
7	Conforto acústico	Desempenho lumínico
8	Conforto tátil	Durabilidade e manutenibilidade
9	Conforto visual	Saúde, higiene e qualidade do ar
10	Conforto antropodinâmico	Funcionalidade e acessibilidade
11	Higiene	Conforto tátil e antropodinâmico
12	Adaptação a utilização	Adequação ambiental
13	Durabilidade	-
14	Economia	-

**Fonte:** Adaptado da NBR 15575 (ABNT, 2013) e da ISO 6241 (ABNT, 1984)

### 3.4 DURABILIDADE E VIDA ÚTIL

Conforme a NBR 15755 (ABNT, 2013) durabilidade pode ser definido como a capacidade das edificações de desempenhar as suas propostas funções ao longo do tempo. Já para a ISO 13823 (ABNT, 2008) a definição de durabilidade se dá pela capacidade de uma estrutura ou componentes em atingir, com o auxílio de manutenções, todos os critérios prévios de desempenho a eles impostos, por determinados períodos de tempo sofrendo influência de ações ambientais e do próprio envelhecimento da estrutura.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção CBIC (2013) ainda explica que o termo durabilidade significa o período esperado para que o produto corresponda suas expectativas em relação as funções dispostas a ele, com o nível de desempenho igual ou maior que o esperado.

Com isso, observa-se um paralelo entre durabilidade e vida útil das edificações, em que a vida útil pode ser tida como um parâmetro temporal da durabilidade das edificações e dos sistemas nela incluso, a NBR 15575 (ABNT, 2013) define diferentes conceitos, o de vida útil (VU) e vida útil de projeto (VUP).

A vida útil (*service life*) segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013) é um período de tempo em que a edificação consegue desempenhar as atividades a ela atribuída, mantendo todos os níveis de desempenho previstos e os requisitos de exigência dos usuários, com o auxílio de manutenções. Com isso, podemos entender a VU como uma medida de tempo mínimo para a durabilidade das edificações.

A vida útil de projeto (*design life*) segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013) é o período de tempo previsto para que a edificação e seus sistemas atendam a todas as normas de desempenho estabelecidos para os mesmos. Essa estimativa de tempo se dá considerando todos os materiais e métodos utilizados, o local e o ambiente no qual a edificação está, e também a correta execução dos planos de manutenção já previstos no manual de uso, operação e manutenção. Contudo, a NBR 15575 traz consigo prazos para a determinação da vida útil de projeto (VUP) dos sistemas das edificações apresentados no Quadro 4.

**Quadro 4 - Vida útil de projeto mínima e superior (VUP)**

Sistema	VUP em anos		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elabora em atendimento à ABNT NBR 14037.
--

**Fonte:** NBR 15575 (ABNT, 2013)

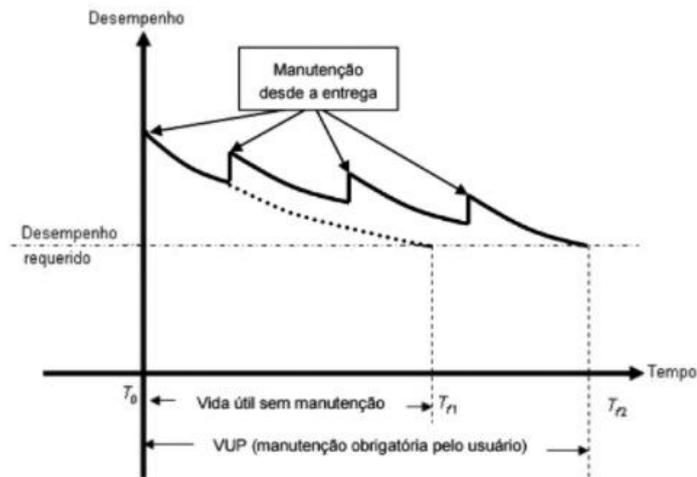
Visto isso Braghin, Delazari e Rodrigues (2018) acrescentam a importância que o controle e a perspectiva de vida útil têm para o desenvolvimento dos projetos, pois grande parte das patologias que aparecem na construção civil são derivadas de falhas nos processos de planejamento e de execução das obras, logo com auxílio de estudos prévios, de melhor detalhamento no projeto e uma escolha de materiais de melhor qualidade, muitas dessas patologias poderiam ser evitadas.

### 3.5 MANUTENÇÃO

Com o crescente número de problemas patológicos atingindo a estética e a estrutura das edificações, a questão da manutenção entra em pauta, por se tratar de um tema de suma importância nessas edificações, a NBR 5674 (ABNT, 1999) define o termo manutenção como um conjunto de atividades realizadas com o intuito de conservar a capacidade funcional da edificação, e em alguns casos recuperar deixando-a em pleno estado de uso, garantindo atender as necessidades e a segurança.

Como visto na norma, entendemos que todas as ações tomadas nas manutenções devem ter como principal objetivo manter todos os sistemas e dispositivos das edificações em funcionamento visando preservar ou recuperar todas as condições antes propostas para o uso, isso inclui todas as ações feitas para essa preservação, excluindo somente as ações feitas com intuito de mudar o determinado uso da edificação, que fogem de manutenção se tornando reformas.

As manutenções periódicas são de extrema importância na construção civil, pois é por meio delas que é possível manter níveis satisfatórios de desempenho das edificações, com isso aumentar também a sua vida útil, a Figura 4, retirada da NBR 15575 (ABNT, 2013) explica a ação das manutenções na vida útil de uma edificação.

**Figura 4** – Desempenho ao longo do tempo

Fonte: NBR 1555 (ABNT, 2013)

Pode-se dividir as manutenções em vários tipos, mas os três principais tipos são, a manutenção corretiva, a preventiva e por último a preditiva.

### 3.5.1 Manutenção corretiva

Segundo Bolina, Helene e Tutikian (2019) a manutenção corretiva é um tipo de intervenção que visa a correção de problemas ou falhas que impedem o pleno funcionamento e a segurança no qual foram determinados em projeto. O que faz com que esse tipo de procedimento seja o mais caro, pois ele acontece de forma a corrigir o problema, portanto, é necessário que ocorra falha em algum sistema da edificação.

Na manutenção predial é recorrente o aparecimento de falhas causando a necessidade de medidas corretivas, elas podem ser simples, como troca de lâmpadas ou vidros quebrados, como podem ser mais complexas. Quando esses problemas atingem os sistemas de uma edificação, como o piso, as alvenarias, as estruturas, etc. já entramos na questão de tratamento de patologias.

As falhas são classificadas pelo seu impacto direto na edificação, que podem ser: falhas estéticas, consideradas mais leves e não oferecem risco algum ao desempenho ou segurança do local, apenas o desconforto visual; falhas potenciais as que atingem o desempenho do local, e tem potencial em se tornar um problema maior; e por último as falhas funcionais, que já são falhas mais graves, sendo necessário até medidas mais duras como interdição do ambiente. Outro tipo de classificação é quanto ao seu estado de evolução, que são as falhas estáveis, que não tem perspectiva de evolução; as emergentes que já apresentam uma evolução visível; e as urgentes que já estão em fase críticas demandando mais atenção.

Existem dois tipos de manutenção corretiva que variam conforme a estratégia adotada, que Segundo Bolina, Helene e Tutikian (2019) são a manutenção corretiva planejada e a não planejada. No Quadro 5 é apresentado a definição de cada tipo.

**Quadro 5** – Definição de manutenção corretiva planejada e não planejada

<b>Estratégia Adotada</b>	<b>Característica</b>
Manutenção corretiva planejada.	Quando a correção ocorre não necessariamente após a sua falha, mas sim quando é definida após um acompanhamento preditivo ou detectivo, no qual é constatado por meio de observações, análises e estudos, a queda de desempenho de algum elemento ou material.
Manutenção corretiva não planejada.	Correção que se dá após a falha de algum elemento ou sistema construtivo, pois ela sempre ocorrerá somente após as falhas, sem antes haver um estudo.

**Fonte:** Adaptado de Bolina, Helene e Tutikian (2019)

### 3.5.2 Manutenção preventiva

Para a NBR 5674 (ABNT, 2012), manutenção preventiva é caracterizada por serviços programados com antecedência priorizando a satisfação dos usuários, a durabilidade esperada dos sistemas ou componentes da edificação, a gravidade e a urgência, com base em todos os relatórios obtidos de verificações da edificação e do seu estado. Já Terra e Ignácio [s.d.], explicam que esse tipo de procedimento preventivo segue um padrão de paradas periódicas, para que sejam feitas as manutenções necessárias, garantindo assim o perfeito funcionamento.

Segundo a NBR 5462 (ABNT, 1994), para a organizar uma manutenção preventiva é necessário conhecer conceitos relacionados ao desempenho e durabilidade de equipamentos ou sistemas, tais quais são, a eficácia, durabilidade, dependabilidade, capacidade, disponibilidade, confiabilidade e mantabilidade. Um exemplo prático de manutenção preventiva é antecipar a pintura da edificação, com o intuito de proteger contra a umidade e infiltração, e com isso acabar por reduzir gastos com manutenção, evitando o aparecimento de patologias, logo evitando tratá-las novamente.

### 3.5.3 Manutenção preditiva

Segundo a NBR 5462 (ABNT, 1994) é uma manutenção que tende a garantir uma melhor qualidade do serviço, com base na aplicação de técnicas de análise através de monitoramento rotineiro. Bolina, Helene e Tutikian (2019) explicam que por se tratar de um procedimento elaborado e sistematizado, é necessária uma análise minuciosa dos resultados coletados no período, para ser decidida o tratamento. Tudo isso com o objetivo de reduzir ao mínimo as manutenções preventivas e evitar manutenções corretivas.

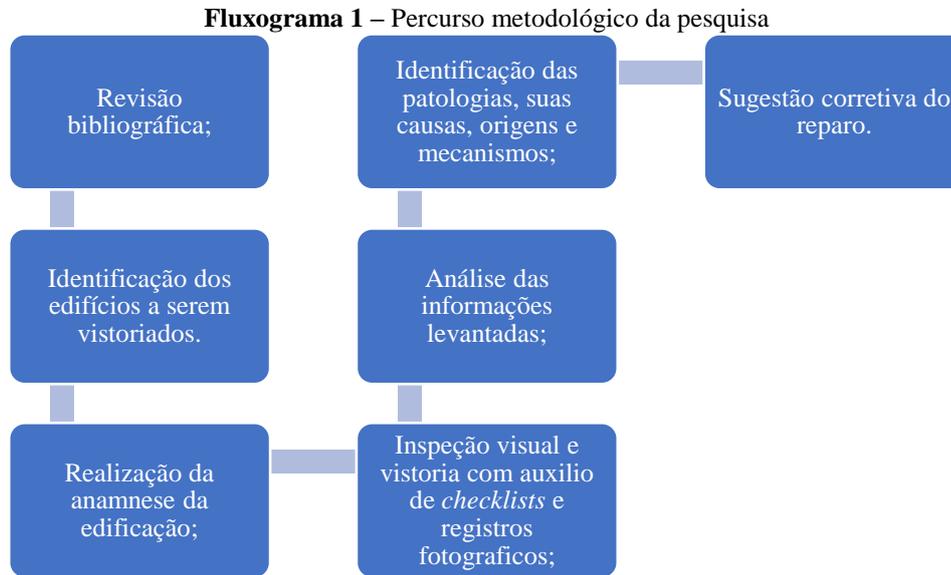
Por se tratar de uma atividade rotineira e não possuir dias específicos para ser realizada,

ela acaba por se tornar uma manutenção mais fundamentada do que preventiva, os objetivos principais desse procedimento são: reduzir o número de intervenções, prever falhas, aumentar o tempo de disponibilidade, aumentar a confiabilidade dos locais e sistemas e por fim garantir maior segurança.

A manutenção preditiva é dividida em quatro etapas, a primeira consiste em inspecionar o elemento, pois é desta forma é possível detectar alguma anomalia antecipadamente, a segunda etapa é detectar a origem da anomalia, após detectado o problema vem a terceira etapa onde é elaborada a solução para tal, e por fim a realização da manutenção. Os principais tipos de manutenção preditiva são as análises de vibração, a termografia e o ultrassom.

## 4 METODOLOGIA

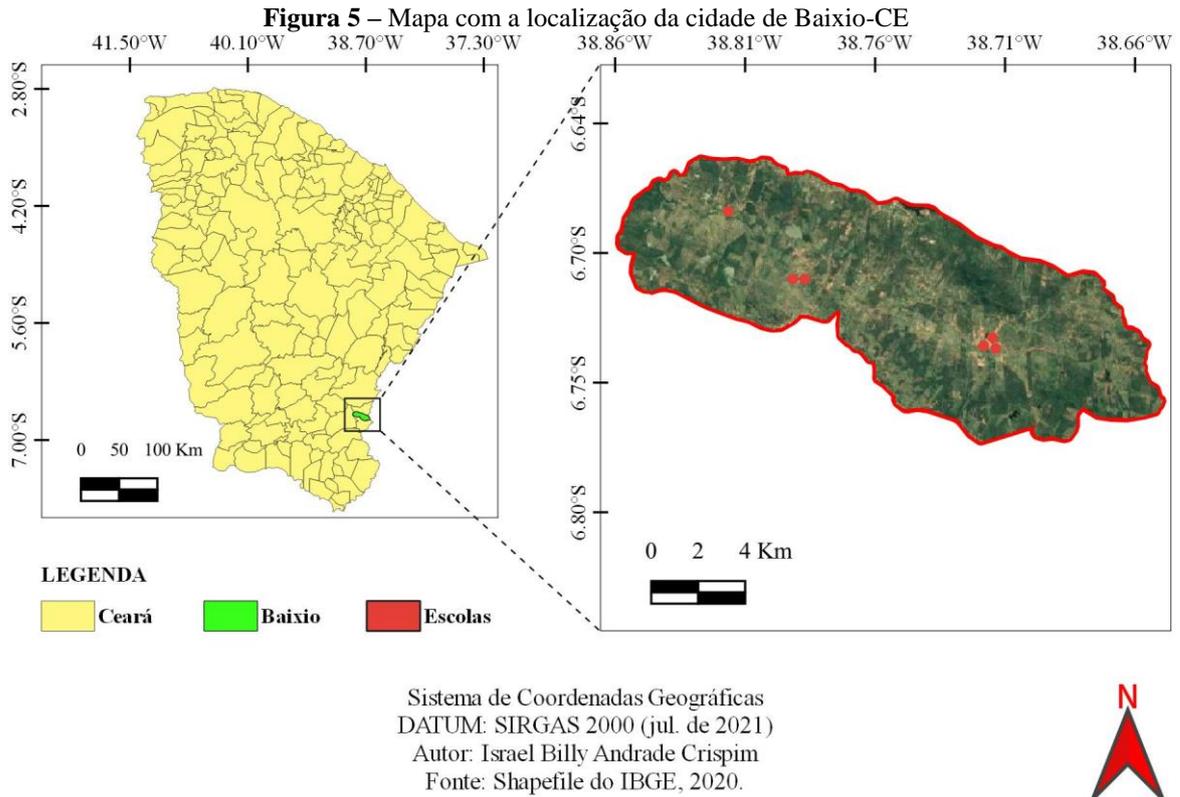
O presente capítulo detalhará todo o percurso metodológico, materiais e métodos, adotado para construção da pesquisa, conforme o Fluxograma 1.



**Fonte:** Autor, 2021

### 4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada na Cidade de Baixio-CE, Figura 5, que está localizada na Microrregião de Lavras da Mangabeira, no Centro Sul cearense. Possui uma área territorial de 145,556 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 6.303 habitantes. O município faz divisa ao norte com a Cidade Umari-CE, ao sul com o Município de Ipaumirim-CE, a leste com a Cidade de Santa Helena-PB e a oeste com o Município de Lavras da Mangabeira-CE.



**Fonte:** Autor, 2021

A escolha do objeto de estudo se deu por se tratar de uma cidade pequena e com poucas pesquisas acerca de suas edificações, foram escolhidas escolas de ensino fundamental da rede pública, estruturas antigas, que mesmo após reformas e manutenções, é comum o reaparecimento de manifestações patológicas. Dentre elas, três instituições estão localizadas na sede da cidade (I1, I2 e I3) e outras duas na zona rural, na qual uma delas possui um anexo de ensino (I4, I4-1 e I5).

## 4.2 DESCRIÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO

### 4.2.1 Escola I1

A primeira escola, Figura 6, está localizada no centro da cidade, ela é a segunda maior instituição da rede municipal podendo comportar até 500 alunos e possuindo 12 salas. Atualmente a escola possui 270 alunos matriculados nos três turnos de funcionamento, 19 professores e 15 funcionários em geral, mas não dispõe de nenhum profissional dedicado a manutenção da edificação, apenas equipe de limpeza.

**Figura 6** – Fachada da escola I1



**Fonte:** Autor, 2021

#### 4.2.2 Escola I2

A segunda edificação escolar, Figura 7, também está localizada no centro da cidade sendo a maior do município, atende até 500 alunos e possui 11 salas no total, atualmente a instituição tem 327 alunos matriculados nos seus dois turnos de funcionamento manhã e tarde, a unidade dispõe de 16 professores e 15 funcionários no geral, ela não dispõe de profissionais para a manutenção da edificação, apenas equipe de limpeza.

**Figura 7** - Fachada da escola I2



**Fonte:** Autor, 2021

#### 4.2.3 Escola I3

A terceira escola, Figura 8, está localizada no centro da cidade, é a menor da rede pública da sede, possui 4 salas e atende até 200 alunos, a escola atualmente possui 115 alunos matriculados nos seus dois turnos de funcionamento manhã e tarde, a instituição dispõe de 10 professores e 5 funcionários no geral, a escola não dispõe de equipes de manutenção, apenas equipe de limpeza.

**Figura 8** – Fachada da escola I3



**Fonte:** Autor, 2021

#### 4.2.4 Escolas I4, I4-1

A quarta instituição escolar, Figuras 9 e 10, está localizada no Distrito de Jurema, zona rural da cidade, a escola tem uma estrutura para atender até 200 alunos, possuindo 8 salas, atualmente possui 145 alunos matriculados nos seus dois turnos de funcionamento manhã e tarde, dispõe de 21 professores e 15 funcionários no geral, a escola não dispõe de profissionais exclusivos para manutenção, apenas equipe de limpeza.

A escola é dividida em dois núcleos, o principal e construído mais recentemente no ano de 2001, é a parte que engloba toda a administração escolar, que contém o ensino fundamental e a quadra poliesportiva. O outro núcleo, denominado de anexo, foi a primeira edificação escolar do distrito construído em 1964, nele funciona a educação infantil e a creche.

O Distrito de Jurema é o mais povoado da cidade e possui vários outros pequenos sítios ao seu redor, logo acaba por se tornar o maior pólo fora do município, com isso viu a necessidade de se construir uma escola para essa região.

**Figura 9** – Fachada da escola I4



**Fonte:** Autor, 2021

**Figura 10** - Fachada da escola I4-1



**Fonte:** Autor, 2021

#### 4.2.5 Escola I5

A quinta unidade de ensino estudada, Figura 11, está localizada no sítio Campos, zona rural do município, ele faz divisa com a cidade de Lavras da Mangabeira-CE. Essa escola é a mais distante da cidade, o que atrapalha em alguns pontos, como a ausência de coleta de lixo regularmente e a dificuldade de contratação de equipes de manutenção do município.

A escola tem capacidade de atendimento para até 200 alunos nos dois turnos, manhã e tarde, possuindo apenas 3 salas de aula. Atualmente a escola tem 117 alunos matriculados, dispondo de 12 professores e outros 5 funcionários, a escola não dispõe de profissionais

especializados para manutenção da edificação, apenas equipe de limpeza.

**Figura 11** – Fachada da escola I5



**Fonte:** Autor, 2021

#### 4.3 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho tem através de sua definição uma abordagem qualitativa, pois segundo Prodanov e Freitas (2013) na abordagem qualitativa o pesquisador tem o ambiente como fonte direta dos dados, em que mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo. Além disso, Silva e Menezes (2005) apontam que a interpretação dos fenômenos e a atribuição de seus significados são de forma mais básica, não havendo a necessidade de métodos e técnicas estatísticas durante seu processo.

Um método de pesquisa bastante comum na engenharia é o estudo de caso, pois em vários campos é necessário que haja um estudo bem detalhado dos objetos, assim como a coleta de dados, análise e a própria interpretação dos dados, com isso Gil (2002) explica que o estudo de caso tem intuito de explorar as situações em busca de respostas para problemas, preservando o objeto de análise tratando dele sem interferência para que com isso seja possível descrever a situação, formulando hipóteses e teorias para o problema, então podendo indicar as causas de determinados fenômenos.

Por se tratar de uma aplicação prática dos conhecimentos, temos que quanto a natureza, essa pesquisa se delimita como pesquisa aplicada, segundo Leão (2017) a pesquisa prática ou aplicada visa encontrar soluções para necessidades reais, estabelecendo ordem e controle na natureza. Contudo, acaba por se tornar um teste prático das teorias.

## 4.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.4.1 Revisão bibliográfica

Para obter o referencial teórico que possibilite o desenvolvimento dos seus objetivos, o presente trabalho utilizou de dados obtidos através da leitura e análise de livros, normatizações e leis, artigos científicos, monografias, dissertações, teses, revistas, jornais e diferentes publicações, sobre o tema.

As buscas por todas essas literaturas foram realizadas utilizando palavras-chaves, para uma melhor filtragem de materiais, em plataformas de pesquisa como a Scielo, periódicos do portal do CAPES, o Science.gov e o Google acadêmico, além de bibliotecas online e material físico adquirido durante o processo de produção do trabalho.

### 4.4.2 Visita técnica

Após a revisão bibliográfica, foi dado início as inspeções prediais das edificações que segundo a NBR 16747 (ABNT, 2020) tem o objetivo de identificar qual o estado geral da edificação e de seus sistemas construtivos. O Brasil não tem uma Lei Federal, mas, existem normas vigentes sobre o tema que são a NBR 16747, já mencionada, e a norma de inspeção predial do IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, portanto, todas as vistorias realizadas nas edificações escolares foram baseadas nessas normas.

A partir da revisão das normas foi dado início as vistorias, como a rede municipal de educação dispõe de 6 instituições com datas de construção e métodos construtivos diferentes, é necessário que nas vistorias sejam feitas anamneses sobre as edificações. O processo de inspeção predial foi o mesmo para todas as unidades de ensino, sendo realizado de forma visual e tátil, por métodos não destrutivos, em todos os elementos necessários que segundo a IBAPE (2013) são: elementos estruturais aparentes, todos os sistemas de vedação e revestimento, as instalações hidráulicas e elétricas, coberturas, sistemas de impermeabilização entre outros.

Todos os processos foram realizados na presença do responsável de cada instituição, onde tudo foi registrado com o auxílio de *checklist*, dispostos no Apêndice, e câmeras digitais para o registro fotográfico de cada ambiente da edificação e suas respectivas manifestações patológicas.

No *checklist* estão dispostos os principais tipos de manifestações patológicas em cada sistema, nele há também espaços destinados para a categorização de manifestações patológicas

nãos dispostas no próprio *checklist*, fazendo com que a análise da situação possa ser mais ampla. Pois juntamente com as vistorias, foram identificadas patologias além das previstas no *checklist*.

Com o término das vistorias, deu-se início ao processo de elaboração do mapa da cidade, pois, a partir dele será possível identificar em quais ambientes as edificações estarão inseridas, dentre as seis escolas municipais na cidade de Baixo-CE, três estão localizadas em pontos distintos da sede da cidade e outras três estão localizadas na zona rural. Para o georreferenciamento da área de influência, utilizou-se das coordenadas coletadas nos locais com imagens de satélite do *Google Earth* e *shapefiles* disponibilizados pelo IBGE, os mapas foram elaborados a partir do *software Qgis 3.10.14 with Grass 7.8.5*.

Juntamente com o caminhar das vistorias, foram solicitados na secretaria de educação os projetos de todas as instituições, onde não foram localizados, ao falar com a secretaria de planejamento não houve retorno acerca do assunto.

#### 4.4.3 Análise dos dados

Por fim, foi dado início a etapa de tabulação dos dados, com o auxílio do *checklist* e os registros fotográficos da edificação foi possível elaborar planilhas no Excel com intuito de quantificar o aparecimento das manifestações patológicas nas escolas, podendo levantar considerações como qual sistema construtivo tem maior incidência de tais problemas.

## 5 RESULTADOS E ANÁLISES

As escolas de uma cidade pequena, que por conhecimento prévio são bem antigas e feitas a partir de métodos construtivos ultrapassados, os fatores ambientais também têm influência nos aparecimentos de patologias, tendo em vista que todas as edificações públicas têm uma coisa em comum que se diferem de edificações residenciais, por serem ambientes públicos, costumam ser frequentadas diariamente por um grande número de pessoas, como em várias escolas tem salas com mais de 30 ou 40 alunos, isso favorece um maior desgaste dos elementos e sistemas componentes na edificação.

Foram inspecionadas todas as edificações pertencentes a rede de ensino público municipal da cidade de Baixio, ao todo são 5 escolas, mas uma escola situada na zona rural, dispõe de duas edificações para uso, com isso o total de edificações vistoriadas foram 6. Após o fim das análises das manifestações patológicas de todas as edificações, serão abordados e descritos os sintomas, as possíveis causas, origens e mecanismos de ocorrência dos problemas patológicos, e será indicado as possíveis condutas para a correção dos problemas.

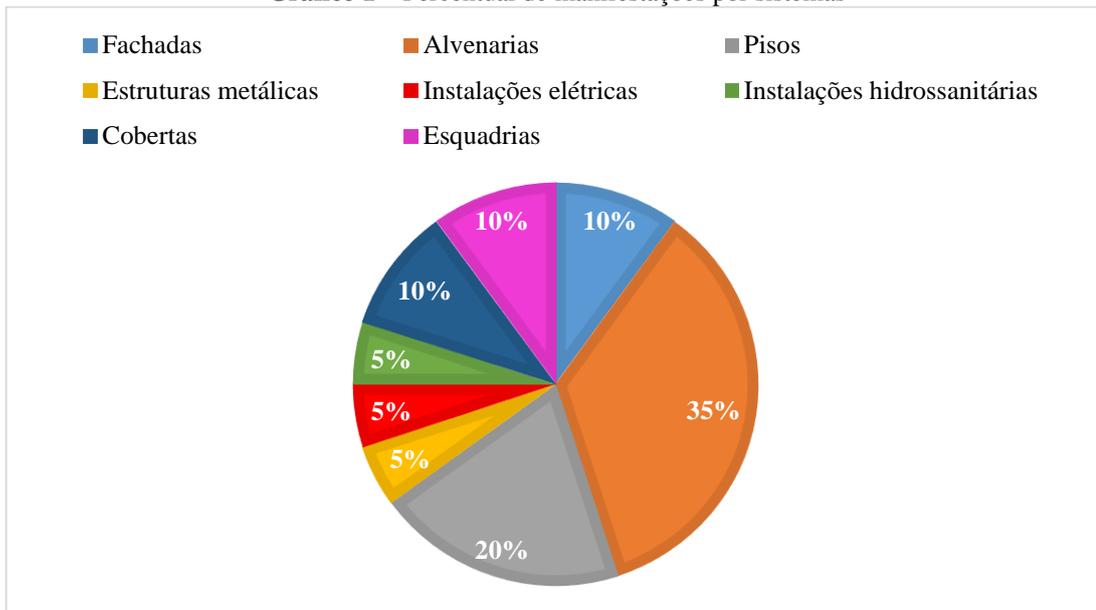
Após as vistorias, inspeções em todas as edificações, e feito uma análise de todos os dados coletados obtidos através de inspeção visual, aplicação de *checklists* dispostos no Apêndice, ensaios não destrutivos e conversas com os responsáveis pelas edificações, foram encontrados um total de 20 tipos de manifestações patológicas em todas as 6 edificações dispostos no Quadro 6. Já o Gráfico 1 descreve quais os sistemas em que as manifestações foram mais ocorrentes.

**Quadro 6 – Manifestações patológicas incidentes nas edificações**

Manifestações patológicas	Edificações vistoriadas					
	I1	I2	I3	I4	I4-1	I5
<b>Manifestações patológicas presente nas fachadas</b>						
Manchas escuras	X	X		X	X	
Manchas esverdeadas (mofo)	X	X		X	X	
<b>Manifestações patológicas presente nas alvenarias</b>						
Rachadura por recalque		X	X		X	X
Fissuras por falta de vergas e contravergas		X	X	X	X	X
Manchas por umidade ascendente	X	X	X		X	X

Manifestações patológicas	Edificações vistoriadas					
	I1	I2	I3	I4	I4-1	I5
Descolamento do reboco devido a umidade ascendente	X		X		X	X
Descolamento do reboco com pulverulência	X	X			X	X
Eflorescência	X	X			X	X
Descascamento e bolhas na pintura	X	X	X	X	X	X
<b>Manifestações patológicas presente nos pisos</b>						
Desgaste do piso por abrasão	X		X	X	X	X
Piso danificado por raízes	X			X		X
Rebaixamento do contrapiso	X	X				
Delaminação		X				
<b>Manifestações patológicas presente nas estruturas metálicas</b>						
Corrosão em estruturas metálicas				X		
<b>Manifestações patológicas presente nas instalações elétricas</b>						
Fiação exposta	X					X
<b>Manifestações patológicas presente nas instalações hidrossanitárias</b>						
Manchas e desagregação do revestimento devido a vazamentos		X	X			X
<b>Manifestações patológicas presente nas cobertas</b>						
Manchas na alvenaria e forro devido a falhas na cobertura	X	X	X	X	X	X
Defeitos na estrutura da cobertura devido a pragas e umidade	X	X	X			
<b>Manifestações patológicas presente nas esquadrias</b>						
Corrosão das esquadrias	X			X		
Defeito nas esquadrias devido a pragas	X	X				

Fonte: Autor, 2021

**Gráfico 1** – Percentual de manifestações por sistemas

Fonte: Autor, 2021

O Gráfico 1 demonstra o percentual de tipos de manifestações patológicas encontrada em cada sistema, logo com isso podemos ver que o sistema onde houve maior ocorrência de diferentes tipos de manifestações foram nas alvenarias com 35% do total, já os que menos apresentaram tipos de manifestações foram as instalações elétricas, hidráulicas e as estruturas metálicas, ambas com 5% do total.

## 5.1 ANAMNESE DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO

### 5.1.1 Escola II

A escola foi construída na década de 1950 para uso exclusivo da CNEC (Campanha Nacional de Escolas da Comunidade). A construção da escola se deu de forma rápida, inicialmente o terreno foi murado, feita a construção de poucas salas, onde foi aumentando o número de acordo com a demanda de novos alunos. A escola possui um terreno irregular, cheio de desníveis, mas muito firme, bastante rochoso, com pedras aparentes.

Devido essa alta resistência do solo e a falta de recursos na época, a escola foi construída com fundação de pedra argamassada sem a presença de aço, as paredes eram compostas de fiadas de tijolos maciços e o revestimento era feito de barro com cal em quase todas as salas, apenas algumas delas têm o revestimento de argamassa de cimento e areia, pois sofreram reformas ao longo do tempo. A cobertura da escola é feita de madeira e telhas cerâmicas, ela não possui lajes, somente a caixa d'água e somente as salas destinadas aos professores possuem forro de gesso.

No ano de 2019 toda sua estrutura passou por uma renovação na pintura. Devido à pandemia e não haver aulas presenciais, a instituição se encontra de certa forma num estado de abandono, três salas foram condenadas por meio de uma vistoria, realizada por uma empresa de engenharia da cidade, devido à forte incidência de manifestações patológicas e a falta de medidas corretivas.

#### 5.1.2 Escola I2

A instituição foi construída no ano de 1964 com duração de dois anos. O seu terreno possui muitos desníveis, que por falta de recursos na época, a construção foi erguida sobre tais condições, logo a entrada e as primeiras salas então mais altas que as subsequentes. Por se tratar de uma edificação bem antiga, as fundações foram feitas de pedras argamassadas, sem a presença de aço, sem nenhum sistema de impermeabilização, na maioria das salas a alvenaria foi assentada e revestida com argamassa de barro e cal, salvo algumas quais foram feitas reformas e tiveram que refazer o revestimento, devido infiltrações e deslocamento, a cobertura da edificação é feita de madeira e telhas cerâmicas coloniais, apenas as salas destinadas aos profissionais dispõem de forro de gesso.

A escola passou por algumas reformas em 2014, destacando-se uma que devido a uma falha de compactação em uma das salas, o piso acabou afundando formando uma pequena cratera no meio do ambiente, após isso foram realizadas somente pinturas que ocorrem a cada dois anos.

#### 5.1.3 Escola I3

A escola foi construída na década de 1970, mas originalmente não tinha fins escolares, era uma edificação residencial, com o passar dos anos foi que se tornou uma instituição privada de ensino, sendo em 2010 incorporada na rede pública municipal da cidade.

A instituição possui o mesmo método construtivo das demais instituições já mencionadas, sendo construída de tijolos maciços e assentados e revestidos com argamassa de barro e cal, todas as paredes possuem a mesma altura do pé direito, não havendo pé esquerdo, esse método era bastante utilizado em casas construídas naquela época, o piso é feito de cimento polido em toda a escola. Não havia registros de manutenções em toda a edificação, apenas pequenos reparos.

#### 5.1.4 Escolas I4 e I4-1

A construção da primeira sede da escola se deu em 1964, foi construída por meio de métodos construtivos bem arcaicos, fundação de pedra argamassada, alvenaria feita de fiadas de tijolos cerâmicos maciços, assentados e revestidos por argamassa de barro e cal. O piso da instituição em áreas de tráfego é de cimento polido e nas salas é revestido por placas cerâmicas, a cobertura é feita de madeira e telhas cerâmicas e não há forro de gesso na edificação. Devido à pandemia é outra unidade de ensino que se encontra em meio a um estado de abandono, visto que não está havendo aulas e todas as questões administrativas são realizadas no outro núcleo. Não há registros de reformas nessa unidade, apenas pinturas que ocorrem a cada dois anos.

O núcleo principal da escola foi construído em 2001 e por se tratar de uma construção mais recente, o método construtivo utilizado foi diferente, com sapatas e elementos estruturais feitos de concreto armado, a alvenaria é composta de blocos cerâmicos furados, assentados e revestidos com argamassa de cimento e areia, piso de concreto e cobertura feita de madeira e telhas cerâmicas. A instituição não possuía registros de reformas completas, apenas reparos em alguns pontos específicos, sendo realizada pintura anualmente em toda unidade.

#### 5.1.5 Escola I5

Construída em 1966 a instituição possuía apenas duas salas de aula, uma secretaria e um banheiro, o método construtivo utilizado foi: fundação direta composta de pedra argamassada e concreto ciclópico, alvenaria feita com tijolos cerâmicos maciços, assentados e revestidos com argamassa de barro e cal, e a sua é cobertura composta de estruturas de madeira e telhas cerâmicas.

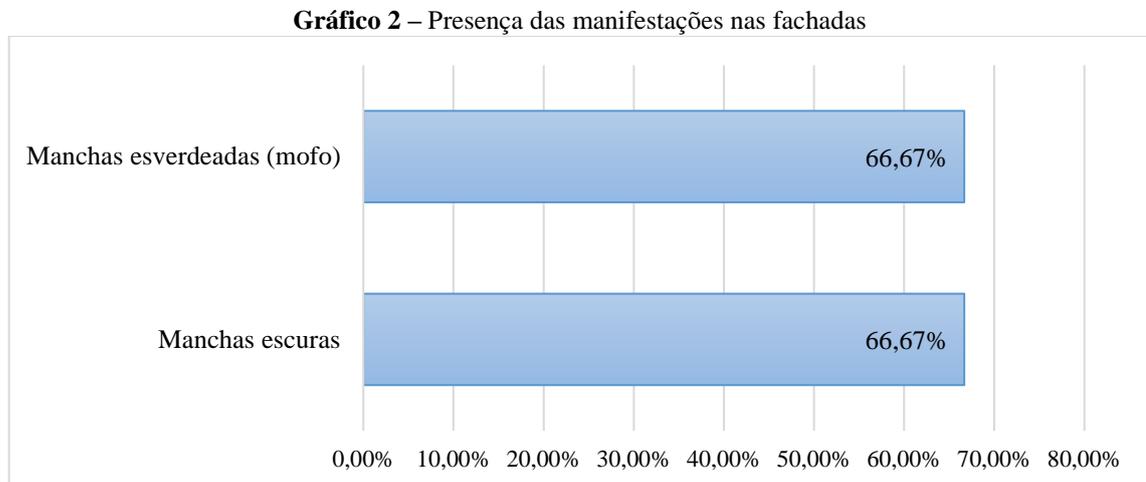
Na década de 2000 ocorreu uma ampliação da escola, com a construção de mais uma sala e dois banheiros, construídas de blocos cerâmicos furados, assentados e revestidos com argamassa de cimento e areia. Em 2020 ocorreu outra ampliação em um pequeno espaço reservado para depósito, transformando-o em uma cantina. Já faz dez anos da última reforma completa na edificação, e essa falta de manutenção fez com que uma sala fosse interditada devido a uma rachadura enorme causada por um recalque diferencial nas fundações. Os serviços de pintura na instituição acontecem a cada dois anos.

## 5.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS FACHADAS

A fachada é a primeira barreira protetiva da edificação, o que acaba por torná-la um sistema que está constantemente em contato com as intempéries, logo se dá por necessário entender o ambiente a qual ela está exposta, a cidade de Baixio está localizada no semiárido

Cearense, e tem uma média de precipitação anual em torno dos 800 mm.

Com essas informações e por meio da inspeção, foi possível identificar a presença de algumas manifestações patológicas, conforme demonstrado no Gráfico 2.



**Fonte:** Autor, 2021

### 5.2.1 Manchas escuras

São manifestações bastantes comuns na construção civil, sobretudo nas fachadas, pois uma das suas principais causas é devido à água da chuva que pode trazer consigo diversos contaminantes. A manifestação encontra-se presente em 66,67% das edificações inspecionadas.

**Causas prováveis** - Como as fachadas das edificações são mais expostas que os outros sistemas, ela está à mercê das intempéries, conforme Figura 12, para o caso dessas manchas escuras com um certo aspecto de escoamento a provável causa é por contaminação atmosférica, pois a água da chuva pode carregar consigo partículas contaminantes como pó, fuligem, entre outros que quando escorre acaba criando depósitos nas fachadas, com isso manchando e tornando o ambiente mais propício para a proliferação de fungos.

**Figura 12** – Fachada com incidência de manchas escuras



**Fonte:** Autor, 2021

**Origem** - Falhas de projeto e execução, como os muros afetados não possuem pingadeiras, como apresentado na Figura 13, no seu topo e a tinta utilizada em todas as fachadas não é tinta acrílica.

**Figura 13** – Manchas escuras por falta de pingadeira no muro



**Fonte:** Autor, 2021

**Mecanismos de ocorrência** - A água da chuva com contaminante penetra por absorção na das paredes das fachadas, causando o surgimento da manifestação.

**Conduta a seguir** - Deve-se realizar uma limpeza profunda nas áreas afetadas, com água e hipoclorito de sódio, deixar o produto agir conforme estimado pelo fabricante, após isso lavar com água corrente e com auxílio de lavadoras de alta pressão, após a área secar por completo deve ser aplicado uma tinta acrílica com agentes fungicidas na superfície.

Outra solução seria modificação nas fachadas, construindo elementos com intuito de proteger as mesmas, no caso dos muros a construção de pingadeiras no seu topo, já no caso das fachadas elementos que conseguiriam diminuir a ação da água e o depósito de contaminantes, como implantação de beiral da cobertura nas fachadas, platibandas ou brises.

### 5.2.2 Manchas esverdeadas (mofo)

Como a maioria das manifestações patológicas encontradas nas edificações foram devido a umidade, não é surpresa a presença de mofo e bolor nas edificações, o mofo está ligado diretamente a umidade, pois ela é necessária para que haja a proliferação dos fungos, causando assim essas manchas úmidas e esverdeadas, conforme a Figura 14. A manifestação esteve presente em 66,67% das edificações inspecionadas.

**Figura 14** – Manchas esverdeadas



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - Falta de estanqueidade da alvenaria, Impermeabilização ineficiente, beiral de cobertura sobre a parede muito curto, falta de tinta acrílica na pintura externa.

**Origem** - Falha de projeto, pois pode não ter sido planejado ou bem explicado o processo de impermeabilização. A Falha de execução pode ter ocorrido a utilização de materiais inadequados ou mão de obra não especializada.

**Mecanismos de ocorrência** - Por não haver presença de umidade ascendente no lado interno da parede, o mofo pode ter sido causado devido aos respingos das chuvas, fazendo com que a alvenaria absorvesse a água, tornando o ambiente úmido favorecendo o crescimento e a proliferação dos fungos.

**Conduta a seguir** - Para ser removido o problema, indica-se fazer uma lavagem em toda a área afetada pela manifestação com uma solução de água e hipoclorito de sódio, deve-se deixar a solução agir sobre a superfície por pelo menos 15 minutos, lavar a superfície com água corrente e após isso fazer a aplicação da tinta acrílica com agentes fungicidas.

As duas manifestações são ocasionadas por meio da umidade e mais alguns fatores que influenciam na proliferação do mofo nas manchas esverdeadas, como pouca incidência solar e do vento no local, tornando o ambiente propício para o desenvolvimento da manifestação, mas

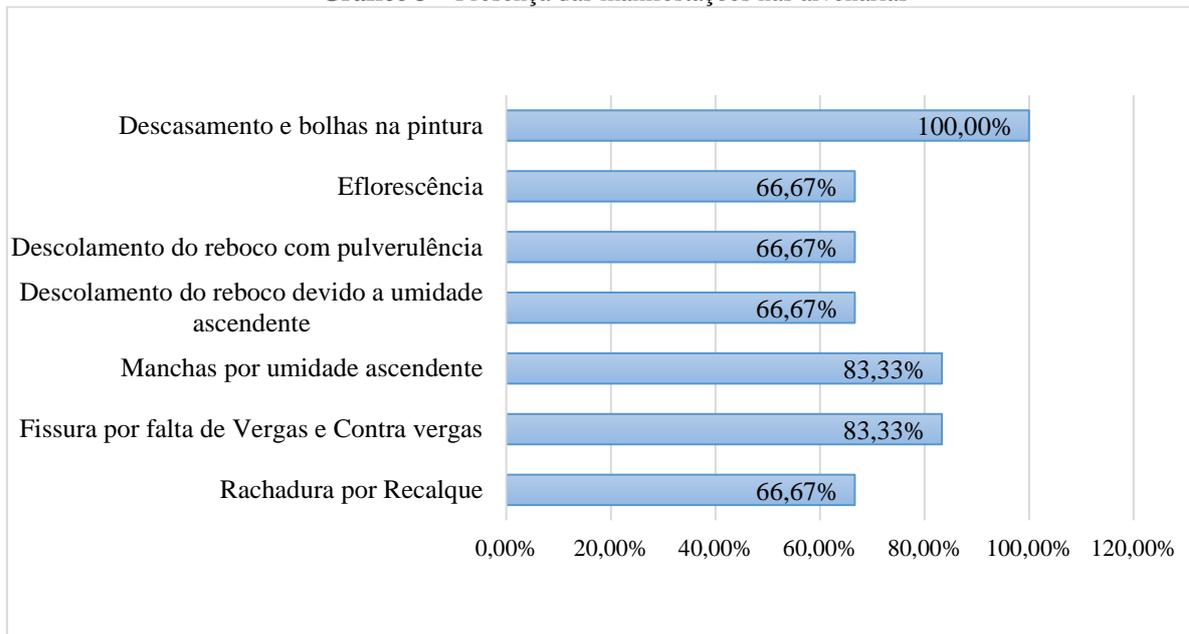
mesmo com a falta de impermeabilização das fundações não foi detectado nas fachadas a presença de umidade ascendente, esses problemas no momento não são graves perante a integridade da edificação, se continuar a evolução da manifestação pode haver a diminuição da vida útil dos revestimentos, como também possíveis problemas a saúde dos usuários, que por se tratar de crianças e adolescentes deve haver sempre um cuidado maior.

No presente momento ela está apenas causando problemas na questão estética da edificação, o que facilita a solução do problema que não seria necessário se houvesse um plano de manutenção preventiva com empresas especializadas, ou se os processos de manutenções corretivas fossem eficazes, não apenas mascarando o problema.

### 5.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS ALVENARIAS

A alvenaria foi o sistema com a maior presença de manifestações patológicas encontradas, ao todo foram identificados dois tipos de alvenarias em todas as edificações, a primeira sendo composta por tijolos cerâmicos maciços e o revestimento feito com argamassa de barro e cal, devido à época em que as edificações foram construídas, o segundo tipo, uma alvenaria mais comum atualmente composta de blocos cerâmicos furados e o revestimento de argamassa de cimento e areia.

Mesmo com as diferenças nos métodos construtivos, quase todas as manifestações patológicas foram encontradas nos dois tipos de alvenarias, no sistema ao todo foram encontrados nove categorias de manifestações patológicas diferentes, a maior parte delas causadas pela presença de umidade nas alvenarias, seja de forma ascendente ou acidental, mostrando o quão necessário é a preocupação com a umidade, o Gráfico 3 traz consigo as manifestações patológicas identificadas nas alvenarias e a presença delas, nas edificações.

**Gráfico 3** – Presença das manifestações nas alvenarias

**Fonte:** Autor, 2021

### 5.3.1 Rachadura causada por recalque diferencial das fundações

As fissuras estão presente em muitas edificações, o que acaba por torna-la uma manifestação patológica bem comum na construção civil, algumas podem ser bem leves sem danificar a integridade da edificação, já se ela for ativa e continuar evoluindo, pode causar danos enormes, em todas as edificações foram constatadas a presença de fissuras.

O caso mais grave de fissuração encontrado nas edificações vistoriadas foram as rachaduras por conta de recalque das fundações, presentes em 66,67% das edificações, causando a interdição de salas em três instituições. Em outra unidade de ensino, essas anomalias se apresentaram de forma mais leve e estabilizada. A Figura 15 mostra uma sala interditada ao uso, sendo utilizada apenas como depósito de material escolar, devido a esse problema patológico pondo em risco a integridade da estrutura.

**Figura 15** – Sala interditada devido a rachadura



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - Fundação inadequada para o tipo de terreno qual foi construída, falta de estudo do solo.

**Origem** - Neste caso por ser um anexo construído da edificação e ter uma idade menor que os outros elementos, podemos supor duas origens: uma falha de projeto sem averiguação correta do tipo de solo e também um dimensionamento errado dos elementos estruturais; ou falhas na execução, por má interpretação do projeto ou erros na realização da compactação do solo.

**Mecanismos de ocorrência** - Ambas as fundações da parede sofreram com a ação do recalque fazendo com que as extremidades afundassem um pouco no terreno e o centro da parede, local onde está a rachadura, continuou no mesmo nível causando a ruptura da alvenaria, que iniciou-se no topo da parede até o solo, como apresentado na Figura 16.

**Figura 16** – Vista externa da rachadura



**Fonte:** Autor, 2021

**Conduta a seguir** - Como o isolamento da sala já está acontecendo, o primeiro passo é realizar um acompanhamento de perto da rachadura, com medições periódicas para saber com certeza se a rachadura está ativa ou inativa, para que com isso seja definida a conduta correta.

Caso a rachadura esteja ativa, é necessário realizar um estudo mais aprofundado tanto das fundações, como o solo em que elas estão locadas, para que com essa avaliação mais detalhada seja escolhida a melhor conduta. Após isso deve dar início ao processo de estabilização do recalque, reforço das fundações, alívio de cargas e procedimentos de preenchimento de fissuras.

Para o caso que a rachadura estiver inativa e com o recalque já estabilizado, deve ser realizado o processo de fechamento da rachadura com a aplicação de tela de poliéster e injeção de resina epóxi.

### 5.3.2 Fissuras devido à ausência de vergas e contravergas

É uma das formas mais comuns de fissuras nas edificações presente em 83,33% das edificações inspecionadas, ao se estudar edificações antigas, onde a questão da qualidade e vida útil não era tão abordada, se percebe a ausência de vergas e contravergas nas edificações, fazendo com que a manifestação ocorra, a Figura 17 apresenta exemplos das fissuras.

**Figura 17** – Fissuras por falta de verga



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - A falta ou dimensionamento falho de vergas e contravergas, presentes nas janelas e portas, ou a ausência das mesmas

**Origem** - Falha de projeto, pois pode ser que as vergas e contravergas tenham sido mal dimensionadas, ou não tenham sido considerados na elaboração do projeto. Falhas de execução, porque pode ser que elas não tenham sido executadas de forma correta, seguindo o passo a

passo de projeto.

**Mecanismos de ocorrência** - A alvenaria tem uma certa resistência a compressão, mas não a tração, logo os locais onde elas atuam são pequenos vãos onde a alvenaria presente não consegue resistir as cargas ali localizadas, causando o aparecimento de fissuras nas diagonais como a apresentada na Figura 18.

**Figura 18** - Fissuras devido à falta de contravergas



**Fonte:** Autor, 2021

**Conduta a seguir** - A melhor medida corretiva é a abertura de espaços na alvenaria sobre as portas e sob as janelas para a colocação de vergas e contravergas devidamente calculadas para resistir as cargas previstas no projeto.

### 5.3.3 Manchas devido a umidade ascendente

As manchas devido a umidade ascendente, são manchas que se apresentam na parte baixa das alvenarias rente ao solo como na Figura 19, são manifestações comuns em edificações antigas, ela foi encontrada em 83,33% das edificações vistoriadas. A umidade que ascende por capilaridade consegue alcançar uma altura bastante elevada para os padrões residenciais terrosos, sendo o seu máximo em torno de 1,5 m de altura.

**Figura 19** – Mancha na alvenaria devido a umidade ascendente



**Fonte:** Autor, 2021

**Causa provável** - Falta de impermeabilização das fundações permitindo a presença de umidade ascendente.

**Origem** - Falhas de projeto, pois as edificações não possuem impermeabilizações nas fundações, proporcionando com que a umidade suba por capilaridade livremente.

**Mecanismos de ocorrência** - A água do solo se infiltra nas alvenarias e estruturas por capilaridade, provocando o aparecimento de manchas no revestimento e pintura.

#### 5.3.4 Descolamento do reboco devido umidade ascendente

O descolamento do revestimento é a evolução das manchas devido a umidade ascendente, visto isso a anomalia foi identificada em 66,67% das edificações inspecionadas. A presença da umidade por muito tempo no revestimento sem o tratamento correto acaba por danificá-lo, prejudicando a sua aderência no tijolo o que provoca uma redução drástica da vida útil, como se observa na Figura 20. A manifestação é comum em edificações onde o sistema de impermeabilização é deficitário ou inexistente.

**Figura 20** – Desplacamento do revestimento devido a umidade ascendente



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - Falta de impermeabilização das fundações da edificação possibilitando a infiltração através de capilaridade, uma escolha errônea dos materiais a serem utilizados no reboco.

**Origem** - Falha de projeto ou não execução da impermeabilização, por ser uma construção antiga, esse tipo de serviço era totalmente ignorado.

**Mecanismos de ocorrência** - A água do solo se infiltra nas alvenarias e estruturas por capilaridade, com isso comprometendo a aderência do revestimento conforme a Figura 21, prejudicando seu desempenho e diminuindo sua vida útil.

**Figura 21** – Descolamento do revestimento devido a umidade ascendente



**Fonte:** Autor, 2021

### 5.3.5 Eflorescência

As eflorescências são manifestações relativamente fáceis de se detectar nos ambientes, e como visto no referencial teórico o semiárido nordestino é um ambiente propício para o desenvolvimento do problema patológico, a anomalia esteve presente em 66,67% das edificações. A identificação ocorre devido à reação dos sais e a cristalização levando ao aparecimento de manchas brancas sobre o revestimento como na figura 22, é uma manifestação que pode trazer consigo danos, tanto estéticos como para a integridade do revestimento.

**Figura 22** – Eflorescência



Fonte: Autor, 2021

**Causa provável** - Falta de impermeabilização das fundações permitindo a presença de umidade ascendente, fazendo com que ocorra a reação entre os sais.

**Origem** - Falha de projeto, por não especificação ou até mesmo não execução da impermeabilização.

**Mecanismo de ocorrência** - Esses depósitos cristalinos ocorrem quando os sais diluídos nos elementos da alvenaria como a argamassa, acabam sendo transportados pela água utilizada na construção, da limpeza ou devido a infiltrações, pelos poros dos componentes da alvenaria que com a evaporação da água esses sais se cristalizam e acabam formando essas manchas de cor branca, trazendo consigo danos a pintura e o revestimento, conforme a Figura 23.

**Figura 23** – Eflorescência causando danos a pintura



Fonte: Autor, 2021

As últimas três manifestações apresentadas, ocorreram nas edificações devido a umidade ascendente, logo para ambas será indicada a mesma conduta para correção de tais problemas.

**Conduta a seguir** - Primeiro passo a ser feito é a demarcação da área que precisa ser recuperada, no caso 30 cm acima da patologia ou no máximo 1,5 m de distância do piso. Em seguida deve ser feito a remoção de todo o reboco, deixando os tijolos a mostra para que seja possível ser feita a limpeza do local. O terceiro passo é feito aplicando uma argamassa polimérica com o auxílio de brocha ou trincha e a aplicação de uma resina sintética com o chapisco. Por fim é realizado a aplicação de uma nova argamassa com aditivo hidrofugante na sua composição que após o período de cura é realizado um novo acabamento.

### 5.3.6 Descolamento do reboco com Pulverulência

Essa anomalia é caracterizada por alguns sinais como a desagregação e o esfarelamento do revestimento, as falhas na execução do reboco como excesso de finos e água na argamassa, são essenciais para que a manifestação fique a mostra, fazendo com que com um simples toque ocorra a desagregação do elemento. O problema se mostrou presente em 66,67% das escolas vistoriadas. A presença do pó sobre a superfície afetada, como mostra a Figura 24, é um indício forte de tal problema.

**Figura 24** – Presença do pó fino sobre o revestimento



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - Uma das causas pode ser o excesso de cal na mistura da argamassa, o tempo insuficiente de carbonatação da cal, assim como excesso de finos nos agregados e o excesso de água na mistura, fazendo com que o reboco se torne fino, acarretando a desagregação e o esfarelamento do reboco.

**Origem** - Falhas de execução devido à mão de obra desqualificada e materiais inadequados. Observou-se que a utilização de areia muito fina para a produção dos revestimentos resultou na referida manifestação.

**Mecanismos de ocorrência** - Possivelmente se caracterizou pela formação de uma camada fina de material frágil da superfície, devido à ascensão da água na argamassa, como demonstrado na Figura 25, e a presença de materiais finos na argamassa.

**Figura 25** – Desagregação do revestimento com pulverulência



**Fonte:** Autor, 2021

**Conduta a seguir:** Deve ser feita a demarcação da área afetada pela manifestação, a seguir remover o reboco até 50 cm acima da manifestação, e aplicar nova camada de reboco com traço correto e com a presença de aditivo hidrofugante.

### 5.3.7 Descascamento e Bolhas na pintura

Os descascamentos e as bolhas internas ou externas são bastante comuns nas alvenarias, se mostrando presente em 100% das edificações, se apresentam estufando ou trincando a camada de tinta sobre o revestimento, como a apresentada na Figura 26, causando danos a estica do local em que se apresenta.

**Figura 26** – Bolha na pintura causando descascamento



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - Preparação inadequada da superfície para a realização da pintura, umidade ascendente, diluição errada do material, cura ou traço inadequado do reboco.

**Origem** - Falhas de execução, pois nas imagens é nítido a presença de uma pintura antiga sob a pintura com a manifestação, logo houve possivelmente uma preparação ineficiente da superfície. Falhas de projeto devido à falta de impermeabilização das fundações.

**Mecanismos de ocorrência** - Devido a uma preparação ineficiente da superfície, pode ter sobrado resquícios de sujeira e pó na superfície, que após a aplicação da tinta e o endurecimento da mesma, acarretou a não aderência com a superfície, fazendo com que aos gradualmente a fina camada de tinta começasse a se desprender, como na demonstra a Figura 27.

**Figura 27** – Descascamento da pintura



**Fonte:** Autor, 2021

As bolhas e o descascamento formado por umidade, são originadas possivelmente devido a umidade presente na alvenaria que começa a evaporar e sem ter por onde escapar, acaba por formar bolsões de ar sob a camada de tinta.

**Conduta a seguir** - Para o descascamento é indicado que seja removido com auxílio de espátulas e escovas de aço, todas as partes soltas da pintura, em seguida deve ser realizado o lixamento da área seguido da limpeza, para que com isso seja possível aplicar a tinta de forma correta.

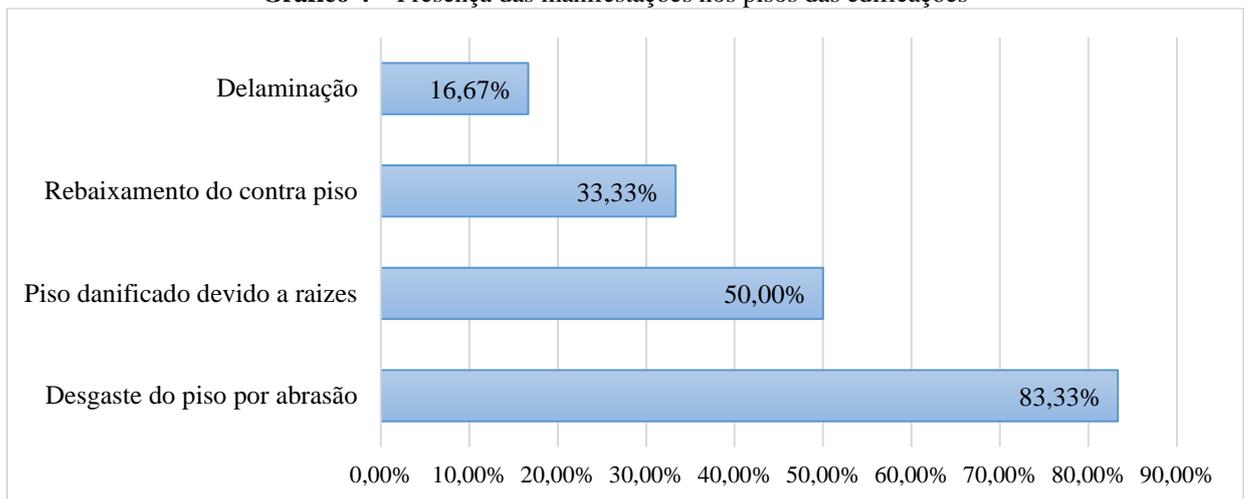
As manifestações devido a umidade em geral são de grande incômodo nas edificações, tanto na parte estética, como no desempenho de seus elementos, a maioria das manifestações encontradas se deu devido a falhas ou ausência de impermeabilizações, com isso vemos a importância e a necessidade, ainda na fase de concepção do projeto, de se pensar na execução desse serviço.

Todas as edificações vistoriadas nos últimos cinco anos não tiveram uma reforma completa, apenas repinturas e alguns reparos, a falta de conhecimento no assunto e mão de obra desqualificada, fizeram com que recorrentemente as manifestações aparecessem, pois, apenas escondiam os problemas e não os corrigiam de forma eficaz.

#### 5.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NOS PISOS

O piso é um sistema da edificação que está constantemente sofrendo ações e impactos, provocando o aparecimento de manifestações patológicas, que faz com que a sua vida útil diminua ao longo do tempo. O piso foi o segundo sistema com maior presença de manifestações patológicas, como demonstrado no Gráfico 4.

**Gráfico 4** – Presença das manifestações nos pisos das edificações



Fonte: Autor, 2021

O piso é um sistema especial para as escolas, ele deve sempre estar em ótimo estado para que a acessibilidade do local seja garantida, pois, por se tratar de escolas a diversidade dos usuários deve ser considerado, provocando a necessidade de manutenções preventivas e de qualidade nos serviços de fabricação e reparos no sistema.

##### 5.4.1 Desgaste de piso por abrasão

O desgaste do piso devido à abrasão é comum nos tipos industriais, que sofrem cargas maiores, em edificações menores apresentam-se de forma modesta, por se tratar de escolas é sempre interessante manter a integridade dos sistemas, ainda mais esse que é muito importante para acessibilidade do local. A manifestação se apresenta na forma de desgaste superficial do piso, com a presença de pó e o aparecimento de pequenos buracos no piso, como apresentado

na Figura 28, o que pode se tornar um problema maior futuramente. A anomalia foi encontrada em 83,33% das escolas. A falta de manutenção e a empregabilidade de materiais de baixa qualidade, propiciam com que ocorra os problemas patológicos.

**Figura 28** – Desgaste superficial do piso devido abrasão



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - Podem ser devido ao atrito, baixa resistência à abrasão, utilização de um traço inadequado para o piso, baixa qualidade dos materiais, exsudação, acabamento inapropriado, falha relacionada ao procedimento de cura.

**Origem** - Falhas na execução, por falta de conhecimento das técnicas corretas de produção do piso, bem como equívoco na dosagem ou execução do traço a ser utilizado. Uso inadequado do elemento, podendo haver a utilização de produtos químicos que o danificam, além de, por se tratar de um ambiente escolar, o arrastamento de cadeiras ou mobiliários que diminuam a sua vida útil.

**Mecanismos de ocorrência** - Possivelmente o revestimento do piso foi feito com materiais inadequados, fazendo com que o piso tenha uma baixa resistência ao atrito e com o uso diário de pessoas e máquinas acabe por sofrer danos superficiais, que com a presença de água e produtos químicos acabam agravando o problema, necessitando de reparos feitos de forma a mascarar o problema e não corrigir, como mostra a Figura 29, fazendo com que a manifestação ocorra novamente.

**Figura 29** – Piso com desgaste a abrasão e reparos



**Fonte:** Autor, 2021

**Conduta a seguir** - Recomenda-se para a solução do problema, que seja feita uma aplicação de um endurecedor químico no piso desgastado, seguido de uma limpeza com escova abrasiva, após isso que o endurecedor seja reaplicado, garantindo que todos os espaços e poros sejam tapados.

#### 5.4.2 Piso danificado devido a raízes

Com o intuito de embelezar e tornar o ambiente mais confortável promovendo sombras e uma diminuição da temperatura no local, acaba por ser muito comum a implantação de árvores nas edificações, porém algumas delas, dependendo do tipo, podem trazer proporcionar problemas futuros como a danificação do piso por meio de suas raízes, conforme a Figura 30, provocando transtornos como a inacessibilidade dos locais. A manifestação esteve presente em 50% das edificações estudadas.

**Figura 30** – Piso danificado por raízes



**Fonte:** Autor, 2021

**Causa provável** - As raízes da árvore cresceram com o tempo, causando um esforço de tensão no solo.

**Origem** - Falha de projeto, pois não deve ter sido feito nenhum projeto de paisagismo, arborização do local. Falha de execução ou falta conhecimento sobre das espécies de árvores, visto que elas não foram plantadas de forma que as raízes crescessem primeiro para baixo e após uma certa profundidade elas se espalhassem.

**Mecanismos de ocorrência** - Com o passar do tempo as raízes superficiais da árvore crescem e se infiltram no substrato e no próprio piso, causando tensões tanto no substrato quanto no piso, acarretando sua ruptura.

**Conduta a seguir** - Recomenda-se a retirada das árvores e que toda a área danificada do piso seja removida e refeita, com uma nova regularização do substrato e por fim o plantio de uma espécie em um lugar que as raízes cresçam e não atinjam os elementos construtivos da edificação.

#### 5.4.3 Rebaixamento do contrapiso

Os pisos estão constantemente recebendo esforços, logo se não houver um estudo e uma boa compactação do solo problemas como rebaixamento do contrapiso podem ocorrer, causando danos a estética do ambiente, essas anomalias foram identificadas em 33,33% das edificações vistoriadas. Se o problema ocorrer em local aberto vai haver acúmulo de água da chuva provocando manchas no piso, como apresentado na Figura 31, e na acessibilidade.

**Figura 31** – Piso com recalque



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - Rebaixamento do solo, ocasionado possivelmente por uma má compactação do solo, presença de matéria orgânica no solo compactado.

**Origem** - Falha de execução, visto que possivelmente as áreas em aterro e as compactações do solo não foram executados com as técnicas e ferramentas adequadas.

**Mecanismos de ocorrência** - A falta de compactação do solo na preparação para o recebimento proporciona um elemento cheio de vazios que com o seu uso corriqueiro e seu peso próprio, faz com que o contrapiso ceda e acomode-se no solo, como apresentado na Figura 32.

**Figura 32** – Rebaixamento do contrapiso



**Fonte:** Autor, 2021

Pelo histórico da edificação, percebeu-se também outro mecanismo, os aterros foram feitos contendo matéria orgânica que com o tempo foi decomposta, ocasionando a presença de vazios no solo. Outras salas da edificação sofreram da mesma manifestação, porém de forma mais severa, chegando em uma delas o piso ceder abrindo uma cratera com mais de 50 cm de profundidade no meio do ambiente.

**Conduta a seguir** - Recomenda-se verificar o estado do rebaixamento, se ele está estabilizado deve ser feito a retirada do piso danificado e refazer o substrato bem compactado, para que assim possa ser colocado o novo piso.

#### 5.4.4 Delaminação

Essa manifestação é bastante comum em pisos de concreto, ainda mais nos polidos, dado que quando feitos sem uma mão de obra qualificada, pode ocorrer de polirem o piso fazendo o acabamento antes do tempo previsto, o que pode ocasionar o aparecimento do problema que com o tempo vai evoluindo até lâmina de concreto se soltarem do piso, como na Figura 33. Dentre todas as edificações estudadas essa anomalia esteve presente em 16,67%, um número relativamente baixo, visto que todas as edificações possuíam pisos a base de argamassa polida

ou concreto.

**Figura 33** – Piso com delaminação



**Fonte:** Autor, 2021

**Causa provável** - Acabamento de forma prematura da camada superficial do piso enquanto as outras camadas estão no estado plástico ou uso de areia muito fina e tempos de pega longos.

**Origem** - Falhas de execução em razão do acabamento da superfície antes ou durante a exsudação ocorrer, ou uso de materiais inadequados, onde pode ter sido empregado uma areia muito fina no traço da argamassa e do concreto.

**Mecanismos de ocorrência** - Ocorrência da perda da permeabilidade da superfície do piso, onde a água da exsudação e o ar tentaram ascender e ficaram sob a camada superficial do piso, podendo causar tensões, gerar bolhas e o destaque de camadas finas com espessuras variando de 2 a 4 mm.

**Conduta a seguir** - Ao se tratar de delaminação superficial com destacamentos de 2 a 4 mm de espessura, o tratamento mais comum é o reparo com argamassas poliméricas, como as epoxídicas, como também pode ser utilizado argamassas cimentícias com a presença de polímeros na sua composição.

Para espessuras mais elevadas, acima de 8 mm, são recomendados o reparo e a retirada de toda a área danificada formando um quadrado, em seguida deve ser aplicado um primer se houver a necessidade, para daí poder iniciar a aplicação da argamassa, se for utilizado argamassa epoxídica após a cura é necessário fazer o lixamento da superfície.

## 5.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NAS ESTRUTURAS METÁLICAS

Apenas duas edificações dispõem de algum tipo de estrutura metálica, nessas edificações elas estão localizadas nas quadras poliesportivas, tanto nos pilares e treliças, como na coberta, após as inspeções observou-se a presença de manifestações patológicas apenas em uma das quadras, a corrosão, estando presente em todos os elementos da estrutura que não passam por reforma ou manutenção corretiva ou preventiva a mais de 10 anos.

### 5.5.1 Corrosão

A corrosão é muito comum em peças metálicas, principalmente quando estão expostas as intempéries, como, por exemplo a chuva sem a devida proteção. Esse ambiente é o ideal para o aparecimento das manchas de oxidação no metal, como apresentado na Figura 34, ocasionando uma diminuição da sua vida útil, visto as estruturas metálicas, o problema esteve presente em 16,67% das edificações.

**Figura 34** – Estrutura metálica com corrosão



**Fonte:** Autor, 2021

**Causa provável** - Corrosão atmosférica.

**Origem** - Falhas de projeto, visto que, devido ao ambiente que ela está localizada, possivelmente houve uma falha na escolha dos materiais de proteção do aço, como tintas e selantes inadequados ao local. Falhas de manutenção, pois por se tratar de uma estrutura relativamente nova deveria haver um programa de manutenção preventiva para a mesma, evitando que ocorressem a proliferação de tais problemas.

**Mecanismos de ocorrência** - Quando o aço perde a camada de proteção ao ambiente externo ele fica suscetível a agentes nocivos à estrutura, esta quando entra em contato com a

umidade pode oxidar-se e ao enferrujar ela começa a perder as suas qualidades, como, por exemplo a resistência.

**Conduta a seguir** - Dependendo do grau de deterioração em qual se encontra a estrutura, diferentes condutas são indicadas, nos estágios iniciais de deterioração o problema pode ser resolvido apenas com a limpeza do local utilizando-se de jatos de areia e após isso a renovação da pintura com material adequado, tintas, revestimentos anticorrosivos.

## 5.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Em algumas edificações, foram relatados problemas ligados as instalações elétricas, assim como, curtos-circuitos que provocam o disparo dos disjuntores devido as instalações serem muito antigas e com um dimensionamento ultrapassado. Nos momentos de pico, em que vários aparelhos como ventiladores e ar-condicionados estão ligados, ocorrem os disparos e consequentemente a queima repetitiva de lâmpadas e aparelhos elétricos.

Por não se tratar de manifestações patológicas propriamente ditas, é de extrema importância que esses problemas sejam citados, pois, eles podem ser causadores de diversos problemas nos sistemas elétricos.

### 5.6.1 Curto-circuito e fuga de corrente devido a fiação exposta

O curto-circuito geralmente ocorre através de falhas no sistema de proteção dos fios de cobre, quando há contato entre os fios condutores o disjuntor dispara, esses problemas foram relatados em 33% das edificações inspecionadas. Muitas vezes por questões de economia, a segurança dos circuitos não é levada em consideração, compram material de baixa qualidade e em alguns casos, como na Figura 35, não existe a presença de eletrodutos para a passagem dos fios.

**Figura 35** – Fios e ligação sem a proteção do eletroduto



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - Fiação exposta, circuitos subdimensionados, falta de isolamento dos circuitos, ligações malfeitas, deterioração do material isolante e do eletroduto conforme a Figura 36.

**Figura 36** – Eletroduto exposto



**Fonte:** Autor, 2021

**Origem** - Inexistência ou falhas de projeto, escolha de materiais de baixa qualidade e possivelmente a falta de conhecimento técnico na instalação dos eletrodutos.

**Conduta a seguir** - Inexistência ou falhas de projeto, escolha de materiais de baixa qualidade e possivelmente a falta de conhecimento técnico na instalação dos eletrodutos.

## 5.7 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Todos os sistemas e subsistemas das edificações podem ocorrer problemas patológicos causando danos a sua integridade e estética, com as instalações hidrossanitárias não foi diferente. Em algumas instituições foram identificados problemas, como baixa pressão e em

sua grande maioria problemas derivados de vazamentos nas suas tubulações.

### 5.7.1 Manchas e desagregação do revestimento devido a vazamentos na instalação hidrossanitária

Uma das causas das umidades nas edificações é o vazamento da tubulação hidrossanitária, a anomalia esteve presente em 50% das escolas visitadas, essa falha pode provocar o aparecimento de manchas na alvenaria, conforme a Figura 37, que sem o tratamento necessário, poderá provocar danos ao revestimento.

**Figura 37** - Mancha na alvenaria devido a vazamentos



**Fonte:** Autor, 2021

**Causa provável** - A tubulação hidrossanitária sofreu danos e possibilitou com que a água escapasse do cano, fazendo com que ela fosse absorvida pelo revestimento, ocasionando as manchas e o som cavo.

**Origem** – A origem das anomalias podem ser consequência de erros no projeto, na execução, falhas nos materiais utilizados na tubulação, assim como mal-uso e ausência de manutenções.

**Mecanismos de ocorrência** - Os vazamentos podem ser decorrentes de erros de soldagem nas juntas, devido a uma área soldada menor que a especificada como na Figura 38, ou falhas físicas levando a danos nas estruturas dos canos, podendo ser provocados por dilatações e contrações devido às variações de temperatura, assim como movimentações nas alvenarias.

**Figura 38** - Desagregação do revestimento devido a vazamentos



**Fonte:** Autor, 2021

**Conduta a seguir** - Deve ser feito a remoção do reboco deixando a parte danificada da tubulação a amostra para que seja possível o reparo, em seguida todo o revestimento que apresentar som cavo no momento do teste de percussão deve ser refeito.

## 5.8 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICA ENCONTRADAS NAS COBERTAS

A cobertura da edificação é um sistema muito importante, onde sempre é necessário a atenção com as manutenções e reparos para que não ocorram problemas futuros, com isso aumentando sua durabilidade e vida útil. Todas as edificações não possuem lajes, cobertas por estruturas de madeiras e telhas.

### 5.8.1 Manchas na alvenaria e forro devido a falhas na cobertura

As manchas provenientes das chuvas, presentes em 100% das edificações estudadas, são manifestações acidentais provocados por falhas tanto no telhamento, como também cumeeiras ou calhas, possibilitando a entrada de umidade nas alvenarias como visto na Figura 39.

**Figura 39** - Manchas causadas por falhas na cobertura



**Fonte:** Autor, 2021

**Causas prováveis** - Falha na cobertura do local, falta de estanqueidade das paredes e falhas no processo de pintura.

**Origem** - Falhas de projeto, como dimensionamento errado de canaletas de escoamento, na arquitetura do local, visto que, alguns pontos não têm ventilação suficiente e entrada de luz solar. Outro fator pode ser a utilização de materiais de má qualidade, como também na questão de uso da edificação ocasionado por falta de manutenções periódicas.

**Mecanismos de ocorrência** - A água da chuva consegue penetrar a cobertura da edificação por meio de brechas nas telhas, das canaletas de escoamento danificadas ou mal dimensionadas e por defeitos das cumeeiras, e em seguida sendo absorvida pelas paredes e forros como mostra a Figura 40.

**Figura 40** - Manchas no forro devido a falhas na cobertura



**Fonte:** Autor, 2021

**Conduta a seguir** - Para as paredes é indicado que deve ser realizado a limpeza de toda a área afetada e em seguida deve ser feita a repintura com materiais de boa qualidade. Para os forros indica-se a limpeza e repintura em casos de infiltração leve, em casos mais avançados deve ser feito a troca das peças de gesso danificadas.

Mas antes disso é necessária uma manutenção nos telhados, como troca de telhas, manutenção nas calhas e cumeeiras da edificação e se necessário a troca de caibros e ripas danificados.

#### 5.8.2 Defeitos na estrutura da cobertura devido a pragas e umidade

Esta anomalia esteve presente em 50% das edificações vistoriadas, porque é comum em estruturas de cobertas aparecerem diversos problemas principalmente naquelas que a manutenção rotineira não existe.

**Causa provável** - Apodrecimento e degradação das madeiras da cobertura devido a umidade e a ação de pragas (cupins) como demonstrado na Figura 41.

**Figura 41** - Estrutura de madeira da cobertura danificada por cupins.



**Fonte:** Autor, 2021.

**Origem** - Falta de manutenção das cobertas das edificações e dedetização periódica.

**Mecanismos de ocorrência** - O cupim adora madeira, portanto, deve haver um atento maior para todos os móveis e estruturas feitas desse material, para que essa praga não se prolifere causando danos a esses elementos. Já a umidade ocorre por infiltrações na madeira devido a falhas na cobertura, com isso causando o apodrecimento da madeira, apresentado na Figura 42, diminuindo a sua durabilidade e vida útil.

**Figura 42** - Estrutura de madeira da cobertura com a presença de umidade



**Fonte:** Autor, 2021

**Conduta a seguir** - Para a eliminação dos cupins deve ser realizado uma dedetização nas edificações, para a umidade, deve ser feito o retelhamento da cobertura e a manutenção de todas as falhas, para ambos os casos a troca das peças degradadas é indicado.

## 5.9 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICA ENCONTRADAS NAS ESQUADRIAS

Todos os elementos das edificações estão dispostos a sofrer com manifestações patológicas, com as esquadrias não diferem, para poder identificar as causas, origens e mecanismos das manifestações nesses elementos, é necessário saber as condições climáticas da região e o estado da edificação, pois imóveis antigos podem sofrer de pragas que causam danos nas esquadrias, como o cupim. Nas vistorias, as manifestações encontradas nas edificações foram a corrosão e defeitos devido a umidade e pragas.

### 5.9.1 Corrosão das esquadrias metálicas

Assim como as estruturas metálicas, os portões e janelas podem estar expostos a intempéries, como a água e a umidade e se não houver manutenção correta e rotineira das esquadrias, bem como o uso de materiais de boa qualidade para a pintura e impermeabilização, a corrosão se torna um problema inevitável para tais elementos, a manifestação esteve presente em 33,33% das edificações vistoriadas, pois a exposição a umidade e ao oxigênio torna um ambiente propício para o aparecimento dessa manifestação, conforme apresenta a Figura 43.

**Figura 43** - Corrosão na esquadria metálica



**Fonte:** Autor, 2021

**Causa provável** - Corrosão atmosférica.

**Origem** - Falhas de projeto, já que os locais onde estão dispostos os portões não possuem mecanismos de proteção contra a precipitação, intempéries, como apresentado na Figura 44. Escolha de materiais de proteção inadequados ou de péssima qualidade, assim como falta de manutenções preventivas das esquadrias.

**Figura 44** - Corrosão em esquadrias desprotegidas



Fonte: Autor, 2021.

**Mecanismos de ocorrência** - Quando o aço perde a camada de proteção ao ambiente externo ele fica suscetível a agentes nocivos, quando a esquadria entra em contato com a umidade ela pode oxidar-se diminuindo sua vida útil e desempenho.

**Conduta a seguir** - Por se tratar de portas e janelas, é necessário que haja uma preocupação com a estanqueidade delas, por não serem elementos estruturais o reparo pode ser simples, como limpeza de toda área corroída seguida da aplicação de uma tinta acrílica com propriedade impermeabilizante. Como medida preventiva é indicado a manutenção das esquadrias, assim como um projeto pensado para evitar detalhes que comprometam o funcionamento e durabilidade das mesmas.

#### 5.9.2 Defeito nas esquadrias de madeira devido a pragas

As esquadrias de madeira não são muito utilizadas como portões ou como elementos externos em edificações públicas, mas elas estão expostas a outros tipos de agentes degradantes, como a umidade ascendente que pode chegar as fôrmas das portas e devido à ação de pragas, como o cupim, como apresentado na Figura 45, que acaba por causar uma destruição interna na madeira. 33,33% das edificações analisadas apresentaram o referido problema patológico.

**Figura 45** - Fôrma da porta danificada por cupins



**Fonte:** Autor, 2021

**Causa provável** - Ação de pragas como cupins na parte interna das esquadrias.

**Origem** - Por se tratar de imóveis antigos, a origem pode estar ligada a falhas no uso, como falta de manutenção e ausência de dedetização nas edificações.

**Mecanismos de ocorrência** – Infiltração e proliferação de cupins nos elementos de madeira, deixando as esquadrias “ocas”, diminuindo sua resistência e conseqüentemente aumentando sua deterioração.

**Conduta a seguir** - É indicado a contratação de um profissional de dedetização para que sejam eliminadas as colônias de cupins, a troca das esquadrias danificadas e a realização de manutenções periódicas.

## 6 CONCLUSÃO

A educação de qualidade é um direito constitucional de cada cidadão conforme a Constituição Federal de 1988, logo tem que haver uma gestão de qualidade das edificações públicas para que a educação como um todo tenha um nível satisfatório. Foi observado nas vistorias que os poucos e pequenos reparos realizados nas instituições serviam somente para mascarar determinados problemas patológicos, além disso, pode-se perceber que a qualidade dessas reformas não era satisfatória devido à técnica e materiais inadequados, realizados por profissionais ou empresas desqualificadas, sendo um ponto negativo, dado que, gera-se a necessidade de retrabalho acarretando um maior gasto para o município.

Com a anamnese realizada em todas as instituições, constatou-se a ausência de manutenção de suas edificações, em uma delas, chegando até dez anos sem reparos ou reformas necessárias para evitar patologias futuras e corrigir as já existentes. Esse fato deve-se a falta de incentivos por parte da Gestão Municipal, colocando em risco a segurança dos usuários das escolas e o seu funcionamento, além de desmotivar alunos, professores e demais funcionários por estarem em um ambiente sem conforto, inseguro e mal-cuidado. Isso pode ser confirmado visto que, feita uma pesquisa no Portal da Transparência da cidade de Baixio-CE, foi encontrado um único registro de reforma referente as instituições analisadas.

Após a verificação dos sistemas e feito o levantamento das manifestações, foi possível identificar quais apresentavam mais problemas patológicos, destacando-se as alvenarias com 35% das manifestações, em seguida os pisos com 20 %, as fachadas, esquadrias e cobertas apresentaram 10% do total, por últimos ficaram as instalações elétricas, hidrossanitárias e estruturas metálicas com 5% cada. Nas quais tinham sua origem difundida por falhas ou inexistência de projetos, falhas de execução, por utilização de técnicas e materiais inadequados e falhas na concepção da edificação como falta de estudos do solo, fundações inadequadas, subdimensionadas e não impermeabilizadas.

Com relação às manifestações encontradas, os principais problemas patológicos encontrados estavam ligados a umidade presente nos locais como eflorescência, descolamento do revestimento, manchas, mofo, os mais graves e urgentes estavam ligados ao recalque da fundação no solo, gerando fissuras, trincas e em alguns casos rachaduras. Essas patologias estão associadas a idade dos imóveis, cuja maioria já passam dos 50 anos, onde serviços de impermeabilização e estudo dos solos eram negligenciados por ser algo cultural, falta de mão de obra qualificada, além dos materiais e técnicas serem considerados caros naquela época.

Vale ressaltar que a maioria dos problemas patológicos encontrados se apresentam ainda de forma leve e de fácil solução. Porém, a ausência de manutenções preventivas ou corretivas em todas as edificações, acabam propiciando o reaparecimento e até mesmo o agravamento das manifestações já existentes. As manutenções prediais têm papel fundamental para manter os requisitos mínimos de desempenho das edificações como também prolongar sua vida útil, sendo necessário que todo o processo seja feito por empresa e mão de obra especializada.

A análise patológica de edificações é fundamental para a durabilidade das mesmas, visto que, esse estudo busca a qualidade nos processos construtivos, proporcionando a melhoria da habitabilidade em seus ambientes. Por essas instituições estarem no poder da administração municipal, é de fundamental importância que a mesma providencie fiscalizações rotineiras para verificação do estado físico das escolas e assim liberar os incentivos necessários para melhoria desses ambientes. Uma medida muito importante que também ajuda a evitar o surgimento ou agravamento dos problemas patológicos é a conscientização dos usuários sobre o uso correto das edificações.

Contudo, pode-se considerar que os objetivos propostos para realização do trabalho foram atingidos visto que, foi possível realizar um levantamento de todas as manifestações patológicas que assolam as edificações, assim como as suas causas, origens, mecanismos de ocorrência e sugestões de possíveis condutas a serem seguidas para a correção eficaz dos problemas.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747**: Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. V. 2. 5. ed. Rio de Janeiro. 2009.
- BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. L. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- BRASIL. **Constituição Federal**. Brasília, DF, 1988.
- BRASIL. **Controladoria geral da união**. Portal da transparência. Dados do processo de número 2017.04.27.1. Baixio. 2017. Disponível em: [www.governotransparente.com.br/transparencia/11749486/licitacao/detalhe?codigo=2017.04.27.1&clean=false](http://www.governotransparente.com.br/transparencia/11749486/licitacao/detalhe?codigo=2017.04.27.1&clean=false). Acesso em 11 jun. 2021.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT 15575/2013**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) – Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.
- CARMONA FILHO, A.; MAREGA, A. Retrospectiva da patologia no Brasil: Estudo Estatístico. **In**: Trabajos Apresentados en la Jornada Español e Potuques sobre Estructuras y Materiales. Madrid, 1988. Anais... Madrid: CEDEX/ICcET, 1988, p. 99-124.
- CECHINEL, B. M. et al. **Infiltração em alvenaria** – estudo de caso em edifício na grande Florianópolis. Caderno de publicações acadêmicas. Florianópolis. S. d.
- DELAZARI, Guilherme; BRAGHIN, Walisson; RODRIGUES, Paulo. **Norma brasileira de desempenho em edificações habitacionais**, ABNT NBR 15575:2013
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRANATO, J. E. **Apostila**: patologia das construções. São Paulo, 2002

- HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed - São Paulo: PINI, 1992.
- IBAPE, Instituto brasileiro de avaliações e perícias de engenharia. **Inspeção predial “a saúde dos edifícios”**. 2. Ed. São Paulo, 2015.
- IBAPE, Instituto brasileiro de avaliações e perícias de engenharia. **Norma de inspeção predial nacional**. São Paulo, 2012.
- INEP, Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira. **Plano nacional de educação PNE 2014-2024 linha de base**. Brasília, Distrito Federal, 2015.
- INEP, Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais Anísio Teixeira. **Censo escolar da educação básica de 2020**. Brasília, Distrito Federal, 2015.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Performance standards in buildings - principles for their preparation and factors to be considered**, ISO 6241. London, 1984.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **General principles on the design of structures for durability**, ISO 13823. London, 2008.
- LEÃO, L. M. **Metodologia do estudo e pesquisa: facilitando a vida dos estudantes, professores e pesquisadores**. Petrópolis. Rio de Janeiro, 2017.
- LICHTENSTEIN, N. B. LANDI, Francisco Romeu. **Patologia das construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. 1985. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.
- LIMA, A. J. M. **Diagnóstico Das Patologias**. 117 f. Curitiba, 2012.
- MARTINS, J. G. **Impermeabilizações: Condições técnicas de execução**. Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2006.
- MENEZES, R. R. et al. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção - revisão. **Cerâmica** [online]. 2006, v. 52, n. 321. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0366-69132006000100006>. Acesso em 20 ago. 2021.
- OLIVEIRA JUNIOR, F. A. Identificação das causas das eflorescências nas residências de Caraúbas-RN: estudo de caso. 2018. **Dissertação**. Universidade Federal Rural do Semi-árido. 2018.
- PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. Ed. Novo Hamburgo. Rio grande do Sul, 2013.
- RIBEIRO, I. J. C. et al. **Determinação dos tipos de sair em edificações com eflorescência na cidade de Monteiro-PB**. Patorreb. Monteiro. Paraíba, 2018.

RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

SILVA A. P., JONOV C.M.P. **Curso de especialização em construção civil**. Departamento de engenharia de materiais e construção. Minas Gerais, 2011. (Notas de Aula). Disponível em: [http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest\\_%20Pat\\_2016.pdf](http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf). Acesso em: 23 ago. 2021.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1ª.ed. São Paulo: Pini Ltda, 1998. 257 p.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Dissertação. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

TERRA, P. H. M; IGNÁCIO, P. S. A. **Estudo da melhoria da eficiência operacional do plantio mecanizado**. Universidade Estadual de Campinas.

TUTIKIAN, B; PACHECO, M. **Inspección, diagnóstico y pronóstico em la construcción civil**. Mérida. 2013

VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991. 172p.

VITÓRIO, A. **Manutenção e gestão de obras de artes especiais**. 2005.

## APÊNDICE

### *CHECKLIST* - MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

<i>CHECKLIST</i>			
<b>Identificação da instituição:</b>			
<b>Data da vistoria:</b>			
SISTEMAS E SUBSISTEMAS INSPECIONADOS			
ESTRUTURAS DE CONCRETO	Sim	Não	Observações
Fissuras			
Desagregação/ deslocamento			
Armadura exposta			
Corrosão			
Flecha excessiva			
Eflorescência/ lixiviação			
Outros:			
ESTRUTURA METÁLICAS	Sim	Não	Observações
Corrosão			
Deformação excessiva			
Solda deficiente de peças a estrutura			
Outros:			
FUNDAÇÃO	Sim	Não	Observações
Recalque diferencial do solo			
Erosão do solo			
Outros:			
ALVENARIA	Sim	Não	Observações
Fissura			
Umidade ascendente			
Umidade acidental			
Eflorescência			
Manchas escuras			
Manchas esverdeadas/ mofo/ bolor			
Descascamento/ bolhas na pintura			
Abertura para a passagem de cabos			
Áreas com som cavo			
Deslocamento do revestimento			
Outros:			

<b>CHECKLIST</b>			
<b>COBERTAS</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Peças estruturais danificadas			
Brechas entre as telhas			
Elementos danificados (cumeeiras e calhas)			
Falta de telhas			
Outros:			
<b>PISO</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Destacamento			
Desplacamento			
Eflorescência			
Manchas por produtos químicos			
Manchas por umidade ascendente			
Rebaixamento do contrapiso			
Áreas com som cavo			
Outros:			
<b>FACHADAS</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Fissuras			
Manchas escuras e esverdeadas			
Descascamento/ bolhas na pintura			
Eflorescência			
Outros			
<b>ESQUADRIAS</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Descascamento da pintura			
Oxidação			
Peças ou vidros quebrados			
Outros:			
<b>INSTALAÇÃO ELÉTRICA</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Lâmpadas queimando com frequência			
Fiação exposta			
Ligações malfeitas			
Queda de tensão			
Curto-circuito			
Disparo do disjuntor			
Falhas de tomadas/ interruptores			
Outros:			

<b>CHECKLIST</b>			
<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Observações</b>
Vazamentos			
Tubulação aparente			
Pouca pressão			
Entupimentos			
Outros:			
<b>Observações gerais da edificação</b>			