

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ**

**GUSTAVO INOUE FURLANETTI**

**LEVANTAMENTO DAS PATOLOGIAS DE UM COLÉGIO ESTADUAL  
LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE CASCAVEL – PR**

**CASCAVEL - PR  
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ**

**GUSTAVO INOUE FURLANETTI**

**LEVANTAMENTO DAS PATOLOGIAS DE UM COLÉGIO ESTADUAL  
LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE CASCAVEL – PR**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Professora Orientadora: Mestre Engenheira Civil  
Débora Felten**

**CASCAVEL - PR  
2018**

**ATA**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à DEUS, pelo dom da vida, e aos meus pais, por terem me ensinado a viver com dignidade e responsabilidade, pelo amor e pelos cuidados que dispensaram todos os dias em meu benefício.

À minha namorada, companheira, que por meio da sua compreensão, sempre esteve ao meu lado em todos os momentos.

À minha orientadora Professora Mestre Engenharia Civil Débora Felten, pelo apoio, disposição e empenho dedicado à elaboração de cada etapa deste trabalho. A todos os professores, por desempenharem com dedicação e competência a tarefa sublime de compartilhar o conhecimento, permitindo que pudéssemos desenvolver novas habilidades, necessárias para bom desempenho do trabalho profissional.

Aos meus novos amigos, colegas de curso, companheiros e cúmplices nessa jornada, por todos esses anos em que compartilhamos o mesmo caminho, as mesmas alegrias, as mesmas apreensões.

Aos amigos de sempre, que mesmo sem perceber, contribuíram nos momentos de atenção ou descontração, estando perto ou distante, permanecemos sempre juntos em nossos pensamentos.

## **EPÍGRAFE**

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”  
(Albert Einstein)

## RESUMO

Este trabalho apresenta um levantamento das manifestações patológicas mais frequentes e recorrentes de um Colégio Estadual do município de Cascavel-PR. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os tipos de patologias encontradas na construção civil, e como método proposto para a realização da pesquisa consistiu em levantamento de dados, no qual foram registradas as patologias visíveis bem como o mapeamento da localização das mesmas e quantificando por tipologia as principais manifestações patológicas aparentes. O levantamento foi realizado nos três pavimentos da edificação, onde se constatou que as patologias mais encontradas em 63% das unidades foram as fissuras em paredes e outros 15% são de fissuras em laje, 10% das unidades apresentam problemas relacionados à infiltração que também ocasionam o bolor e 6% das unidades apresentam a oxidação dos guarda corpos e eflorescência. Foi proposto o método corretivo para a patologia de fissuras que foi a mais encontrada. Verificou-se através do estudo que a maior parcela de patologias não oferece riscos aos usuários, porém a longo prazo podem diminuir a vida útil da edificação e muitas delas podem evoluir causando risco à saúde e até mesmo à integridade física dos usuários se não for realizada a manutenção preventiva das mesmas.

**Palavras-chave:** Manifestações Patológicas; Recuperação, Fissuras.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Origens dos Problemas Patológicos.....                                             | 16 |
| Figura 2: Configurações típicas de fissuras por sobrecargas.....                             | 24 |
| Figura 3: Configurações típicas de fissuras térmicas. ....                                   | 25 |
| Figura 4: Configuração típica de fissuras por retração-expansão.....                         | 26 |
| Figura 5: Configurações típicas das fissuras devido a deformações. ....                      | 27 |
| Figura 6: Configurações típicas das fissuras devido ao recalque das fundações.....           | 28 |
| Figura 7: Configurações típicas das fis. devido às reações quím. e aos detalhes constr. .... | 29 |
| Figura 8: Mapa de localização do colégio. ....                                               | 33 |
| Figura 9: Classificação de gravidade de acordo com a escala GUT. ....                        | 37 |
| Figura 10: Classificação das anomalias de acordo com a escala GUT. ....                      | 38 |
| Figura 11: Mapeamento das manifestações patológicas do 3º pavimento. ....                    | 40 |
| Figura 12: Fissura na laje por subdimensionamento. ....                                      | 42 |
| Figura 13: Fissura na laje por subdimensionamento. ....                                      | 42 |
| Figura 14: Fissura na laje por flexão. ....                                                  | 43 |
| Figura 15: Fissura por flexão.....                                                           | 43 |
| Figura 16: Fissura na laje por retração do concreto. ....                                    | 44 |
| Figura 17: Fissura por retração do concreto. ....                                            | 45 |
| Figura 18: Fissura em parede.....                                                            | 46 |
| Figura 19: Fissura vertical no canto do edifício por expansão da alvenaria.....              | 47 |
| Figura 20: Fissura horizontal em parede. ....                                                | 48 |
| Figura 21: Fissuras causadas por expansão da alvenaria e reações químicas na argamassa. ...  | 48 |
| Figura 22: Fissura inclinada em parede.....                                                  | 49 |
| Figura 23: Fissura inclinada em parede transversal por movimentação térmica da laje. ....    | 49 |
| Figura 24: Trinca horizontal em parede. ....                                                 | 50 |
| Figura 25: Corrosão do guarda-corpo.....                                                     | 52 |
| Figura 26: Descascamento de pintura na laje. ....                                            | 54 |
| Figura 27: Descascamento de pintura na parede. ....                                          | 54 |
| Figura 28: Mapeamento das manifestações patológicas do 2º pavimento. ....                    | 56 |
| Figura 29: Fissuras em aberturas. ....                                                       | 57 |
| Figura 30: Fissuração típica em parede com aberturas, devido à atuação de cargas.....        | 58 |
| Figura 31: Trincas.....                                                                      | 59 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 32: Trincas.....                                                                | 59 |
| Figura 33: Fissuras em aberturas. ....                                                 | 60 |
| Figura 34: Fissuras em parede com aberturas causadas pela deformação da estrutura..... | 61 |
| Figura 35: Mapeamento das manifestações patológicas do 1º pavimento. ....              | 62 |
| Figura 36: Fissuras em paredes (encontro de viga e pilar). ....                        | 64 |
| Figura 37: Fissuras inclinadas causadas por sobrecarga. ....                           | 64 |
| Figura 38: Fissuras inclinadas por falta de armadura. ....                             | 65 |
| Figura 39: trincas. ....                                                               | 65 |
| Figura 40: Trinca presente no topo da parede paralela à largura da laje. ....          | 66 |
| Figura 41: Morfologia de fissuras causadas por movimentação térmica. ....              | 66 |
| Figura 42: Muro externo.....                                                           | 68 |
| Figura 43: Eflorescência. ....                                                         | 70 |
| Figura 44: Gráfico de frequência das manifestações patológicas encontradas. ....       | 73 |
| Figura 45: Correção de fissuras e trincas.....                                         | 74 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Tabela para levantamento das manifestações patológicas.....              | 34 |
| Tabela 2: Formulário de avaliação geral do prédio escolar.....                     | 35 |
| Tabela 3: Síntese das manifestações patológicas registradas: 3º Pavimento. ....    | 39 |
| Tabela 4: Formulário de patologias: Fissuras em laje. ....                         | 40 |
| Tabela 5: Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.....      | 45 |
| Tabela 6: Formulário de patologias: oxidação e corrosão da estrutura metálica..... | 51 |
| Tabela 7: Formulário de patologias: Infiltração. ....                              | 53 |
| Tabela 8: Síntese das manifestações patológicas registradas: 2º Pavimento. ....    | 55 |
| Tabela 9: Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.....      | 56 |
| Tabela 10: Síntese das manifestações patológicas registradas: 1º Pavimento. ....   | 61 |
| Tabela 11: Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.....     | 62 |
| Tabela 12: Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.....     | 67 |
| Tabela 13: Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.....     | 69 |
| Tabela 14: Formulário de avaliação geral do prédio escolar.....                    | 71 |

## SUMÁRIO

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                | <b>11</b> |
| 1.1 OBJETIVOS .....                                      | 12        |
| 1.1.1 Objetivo geral .....                               | 12        |
| 1.1.2 Objetivos específicos .....                        | 12        |
| 1.2 JUSTIFICATIVA .....                                  | 12        |
| 1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....                          | 13        |
| 1.4 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE .....                         | 13        |
| 1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....                        | 13        |
| <b>2. CAPÍTULO 2 .....</b>                               | <b>15</b> |
| 2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                          | 15        |
| 2.1.1 Patologias nas construções .....                   | 15        |
| 2.1.1.1 Conceito e origem.....                           | 15        |
| 2.1.1.2 Qualidade, vida útil e durabilidade.....         | 16        |
| 2.1.2 Etapas básicas da patologia .....                  | 18        |
| 2.1.2.1 Etapa de projeto .....                           | 18        |
| 2.1.2.2 Etapa de execução .....                          | 19        |
| 2.1.2.3 Etapa de manutenção .....                        | 19        |
| 2.1.3 Tipos de patologia .....                           | 20        |
| 2.1.3.1 Trincas, fissuras e rachaduras .....             | 20        |
| 2.1.3.1.1 Fissura por movimentação térmica.....          | 21        |
| 2.1.3.1.2 Fissura por recalque de fundações.....         | 22        |
| 2.1.3.1.3 Fissura por retração .....                     | 23        |
| 2.1.3.2 Eflorescência.....                               | 29        |
| 2.1.4 Método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) ..... | 30        |
| <b>3. CAPÍTULO 3 .....</b>                               | <b>32</b> |
| 3.1 METODOLOGIA.....                                     | 32        |
| 3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa .....           | 32        |
| 3.1.2 Caracterização da amostra .....                    | 32        |
| 3.1.3 Coleta de dados.....                               | 33        |
| 3.1.4 Visita ao local .....                              | 36        |
| 3.1.5 Análise dos Dados .....                            | 36        |

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4. CAPÍTULO 4 .....</b>                                              | <b>38</b> |
| 4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....                                        | 38        |
| 4.1.1 Análise e levantamento dos dados.....                             | 38        |
| 4.1.1.1 Verificação das manifestações patológicas do 3º pavimento ..... | 39        |
| 4.1.1.1.1 Fissuras encontradas no 3º pavimento .....                    | 40        |
| 4.1.1.1.2 Oxidação e corrosão da estrutura metálica .....               | 51        |
| 4.1.1.1.3 Infiltração.....                                              | 53        |
| 4.1.1.2 Verificação das manifestações patológicas do 2º pavimento ..... | 55        |
| 4.1.1.2.1 Fissuras encontradas no 2º pavimento .....                    | 56        |
| 4.1.1.3 Verificação das manifestações patológicas do 1º pavimento ..... | 61        |
| 4.1.1.3.1 Fissuras encontradas no 1º pavimento .....                    | 62        |
| 4.1.1.4 Verificação das manifestações patológicas na parte externa..... | 67        |
| 4.1.1.4.1 Destacamento e fissuras do muro externo .....                 | 67        |
| 4.1.1.4.2 Eflorescência .....                                           | 69        |
| 4.2 ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA ESCOLAR .....                             | 71        |
| 4.3 FREQUÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS .....                      | 72        |
| 4.3.1 Método para recuperação de fissuras.....                          | 74        |
| <b>5. CAPÍTULO 5 .....</b>                                              | <b>75</b> |
| 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                          | 75        |
| <b>6. CAPÍTULO 6 .....</b>                                              | <b>76</b> |
| 6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....                               | 76        |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                | <b>77</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil a construção civil costuma ser elaborada de maneira pragmática. Na maioria dos casos são realizadas sem preocupação com alguns fatores importantes como: elaboração de projetos, acompanhamento por Responsável Técnico ou Engenheiro, controle de qualidade da mão de obra e manutenção (FONSECA, *et al.*, 2010).

Ao realizar pesquisas sobre o começo da civilização, pode-se perceber que o ser humano já obtinha certo cuidado em relação às construções, independentemente se significassem edificações habitacionais, comerciais, unifamiliar, multifamiliar ou de infraestrutura. Desde então, o homem adquiriu um amplo acervo científico que foi de grande importância para o desenvolvimento da tecnologia da construção (SOUZA e RIPPER, 1998).

Porém, mesmo com a grande evolução das técnicas e dos materiais de construção, nota-se que uma grande quantidade de edificações está apresentando, com maior frequência, o desenvolvimento de patologias. Os fatores que contribuem para o surgimento de patologias estão muitas vezes relacionados com a acelerada competição do mercado em que vivemos, resultando na má execução dos serviços prestados no canteiro de obras, no emprego inadequado de materiais e métodos construtivos, na falta de qualificação da mão de obra, na compatibilização de projeto muitas vezes insatisfatória, tudo decorrente dos prazos cada vez mais reduzidos, impostos pelas construtoras, a fim de alcançar o “sucesso” no mercado.

Toda a edificação tem um ciclo de vida útil, o qual pode variar dependendo de fatores como a durabilidade dos materiais empregados na construção, das condições de exposição e uso do mesmo e a existência de uma manutenção periódica. O gerenciamento destes processos e a melhoria constante, através do controle de qualidade e desenvolvimento de novas tecnologias e técnicas, são desafios frequentes na engenharia civil (HELENE, 2003).

Neste trabalho foi verificado o estado de conservação da edificação e quais as patologias existentes no Colégio Estadual Itagiba Fortunato, localizado na cidade de Cascavel – PR. As incidências patológicas foram quantificadas por sua tipologia para as quais foi proposto uma solução para a patologia de maior incidência. Contudo, esse estudo foi de grande valia para o colégio, pois é através dos resultados apresentados que a administração tomará providências para reparar as patologias existentes, proporcionando assim, maior segurança, conforto e bem-estar aos alunos e funcionários.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Levantar as patologias aparentes existentes em um Colégio Estadual localizado na cidade de Cascavel – PR.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Quantificar por tipologia as principais manifestações patológicas aparentes;
- Verificar/Analisar as possíveis causas das patologias encontradas por meio de revisão bibliográfica, levantamento fotográfico e visual “*in loco*”;
- Indicar o método de recuperação para a patologia com maior incidência.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, é grande a atenção que vem sendo dada ao aparecimento de patologias em edificações por se tornar muito recorrente devido à mão de obra desqualificada, falta de manutenção, mau uso da edificação. Segundo Nascimento (2015), a ocorrência das manifestações patológicas pode ter início em quaisquer das etapas da construção e habitação das edificações, relacionando-se diretamente ao nível de controle de qualidade exercido em cada uma dessas etapas e da compatibilidade entre as mesmas.

A análise da origem das patologias é fundamental nos processos construtivos, possibilitando o restabelecimento das condições originais das estruturas danificadas (recuperação), ou ainda, promovendo adequações da capacidade resistente das estruturas em função do uso (reforço).

Quando as patologias se tornam aparentes, gera um grande desconforto aos usuários e dependendo da proporção em que se encontra este problema, pode até afetar a saúde dos

mesmos ou causar danos materiais e, ocasionalmente, danos físicos, como quando pilastras de concreto e parte do telhado desabaram em uma escola de Natal-RN, ferindo cinco alunos. A queda ainda não foi solucionada, mas estima-se que seja falta de manutenção, ou problema na estrutura (G1-GLOBO, 2016).

A escola da rede estadual foi escolhida para pesquisa, devido à edificação abrigar centenas de alunos e funcionários, tendo o objetivo de contribuir para que essas edificações recebam um tratamento adequado para garantir segurança e satisfação das pessoas que as utilizam.

### 1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são as patologias aparentes existentes em um Colégio Estadual na cidade de Cascavel e qual a patologia com maior incidência?

### 1.4 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Os problemas patológicos são mais decorrentes em órgãos públicos devido à falta de destinação de verbas para manutenções, mas grande parte das questões patológicas provém da má execução, principalmente as fissuras, que incidem em uma maior quantidade devido aos vários fatores (projetos, execução e manutenção). Assim é necessário identificar, quantificar e classificar as patologias de maior incidência em edificações onde existem erros construtivos ou falta de manutenção.

### 1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi limitada ao levantamento das patologias existentes no Colégio Estadual Itagiba Fortunato, localizado na Rua Vinicius de Moraes, 506, no bairro Brasília, na cidade de

Cascavel, Paraná, com uma área total aproximadamente construída de 4.244m<sup>2</sup>, executada entre os anos de 2011 a 2012 e que não passou por nenhuma manutenção significativa.

O levantamento das patologias foi realizado por inspeção visual e questionários, não ocorrendo testes laboratoriais. Restringe-se a pesquisa à localização da patologia, reconhecimento das causas e sugestão do método corretivo, através de referências bibliográficas acerca do tema.

## 2. CAPÍTULO 2

### 2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1.1 Patologias nas construções

##### 2.1.1.1 Conceito e origem

Para Helene (1992), o estudo da patologia abrange uma parcela da engenharia que analisa os fenômenos, mecanismos, motivos e fatores determinantes de falhas nas obras da construção civil, permitindo assim, a identificação dos problemas.

Geralmente, as atenções oferecidas às patologias das construções podem estar ligadas tanto às condições que podem propiciar uma degradação na estrutura, quanto às manifestações que podem causar ao usuário desconforto visual, mau funcionamento, entre outros (LIMA, 2010).

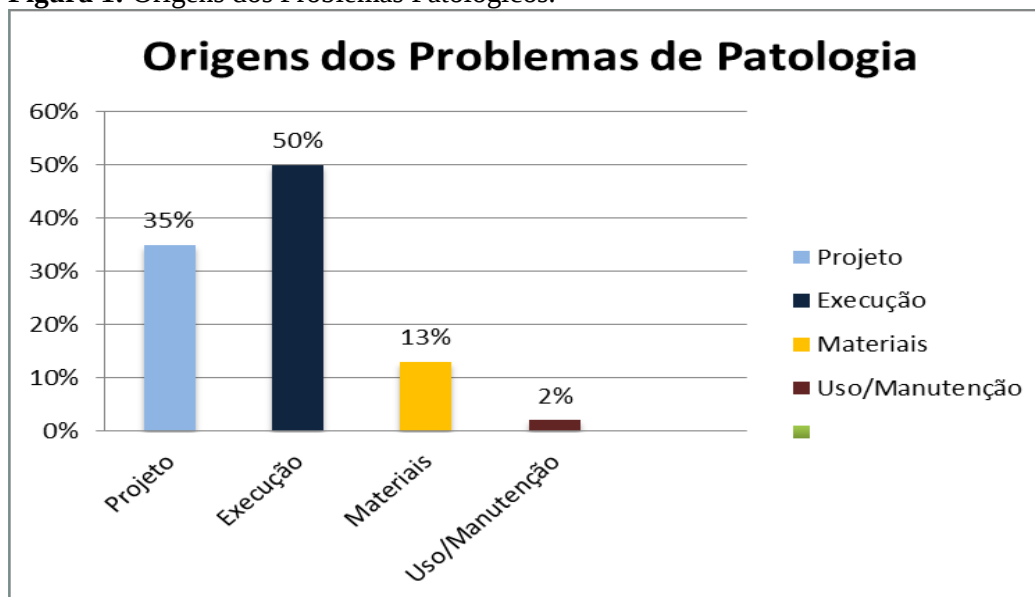
Em qualquer uma das fases realizadas no canteiro de obras, é possível a ocorrência de pequenos erros na execução dos processos, os quais futuramente podem gerar outros problemas graves. Quando as falhas patológicas começam a se manifestar na edificação, elas tendem a evoluir de forma gradativa, por esse motivo, deve-se ter atenção em todas as etapas da obra, na maioria das vezes a construção apresenta “sinais” que devem ser observados para que possam ser tomadas as devidas precauções, impedindo a proliferação e agravamento dos problemas.

A existência de patologias nas estruturas, geradas e ocasionadas por processos de degradação, causam riscos e vulnerabilidade para o edifício. Fato esse, originado, em muitos casos, pela falta de informações referentes aos processos e fenômenos de degradação, assim como pela inexistência de certos cuidados nas etapas de planejamento, projeto, escolha dos materiais, execução e manutenção das estruturas.

Segundo Fiess *et al.* (2004) *apud* Freire (2010), uma pesquisa realizada em 2004, identifica a má execução dos serviços como agente de maior influência nos aparecimentos de

patologias nas construções, cerca de 50% do total. Em segundo lugar, aponta os erros projetuais, responsáveis por 35%. As utilizações de materiais indevidos também aparecem no índice, com 13% dos dados. Por fim, a preservação e manutenção da obra correspondem 2% das causas patológicas, conforme Figura 1.

**Figura 1:** Origens dos Problemas Patológicos.



Fonte: FIESS *et al.*, 2004 *apud* FREIRE, 2008, *apud* PAGANIN, 2014.

Em vista disso, conclui-se que as ações patológicas podem ser originadas em qualquer etapa do processo de construção, desde a elaboração do projeto até a utilização final do edifício. Portanto, a maneira mais eficaz de alcançar um resultado adequado no tratamento das falhas oriundas de patologias, é investigar a origem do problema, dessa forma, pode-se buscar soluções e ainda influenciar positivamente nas futuras obras, para que o erro não seja repetido.

#### 2.1.1.2 Qualidade, vida útil e durabilidade.

Para Oliveira (2013), o fator “qualidade” no ramo da construção civil tem demonstrado uma maior atenção por parte dos engenheiros e construtores. Gradativamente, as

empresas do ramo investem em iniciativas, como novas tecnologias, cursos e eventos para melhorar a qualidade das edificações. De modo que, o foco do controle de qualidade das construtoras, tem se transformado, de uma visão baseada na inspeção, para um cenário fundamentado em ações preventivas nos processos de construção.

Os esforços prestados para a melhoria da qualidade na produção de edificações, pode ser observado na criação dos planos organizacionais, como a elaboração de normas técnicas, a fiscalização das obras, medidas que visam a redução do desperdício nos canteiros de obras, o uso de sistemas mecânicos e a criação de um sistema nacional de certificação (ABIKO e ORNSTEIN, 2002).

Segundo Harris (2001 *apud* HIRT, 2014), o estudo da investigação de patologia em edifícios, abrange os fatores de degradação dos materiais e da edificação propriamente dita. Com o passar do tempo, os materiais tendem a sofrer agressões que acabam prejudicando seu desempenho.

O desenvolvimento da tecnologia trouxe diversas novidades no ramo da construção civil, evoluindo também no campo dos materiais, fato de extrema importância, pois a padronização e uma adequada especificação conseguem determinar a vida útil do material. Conforme Souza; Ripper (1998), “a vida útil de um material é compreendida como o tempo durante o qual as suas propriedades permanecem acima dos limites mínimos exigidos. ”

Se agregado à vida útil da obra, a qualidade dos materiais empregados irá retratar o surgimento dos possíveis problemas patológicos encontrados nas construções. “Isto leva a definir “vida útil” como o tempo que a estrutura conserva seus índices mínimos de resistência e funcionalidade. Prolongar este tempo ao máximo é um dos desejos de quem trabalha com construções de edificações” (HELENE, 2001).

Assim como a qualidade, a resistência de uma estrutura depende da manutenção de sua utilidade (sua utilização prevista em projeto), ou ainda, a manutenção de um desempenho satisfatório, por um determinado período de tempo preconcebido (isto é, durante a sua vida útil).

Segundo a NBR 6118/07, durabilidade “consiste na capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto”.

### 2.1.2 Etapas básicas da patologia

As fases da construção são divididas em: projeto (concepção inicial), execução e utilização (preservação). O erro em algumas dessas três fases, é o que pode ocasionar em problemas patológicos futuros. Dessa forma, a estabilidade dessas fases é relevante para minimizar as falhas patológicas. Para isso, além do cuidado, as etapas devem apresentar um planejamento minucioso.

A obra, além de estar vulnerável a falhas em cada uma das etapas citadas, também pode ser submetida a acidentes, forças adversas, que facilitam o aparecimento de patologias nas edificações.

#### 2.1.2.1 Etapa de projeto

A etapa de concepção do edifício, compreende além da etapa do projeto em si, também a etapa de planejamento, onde é identificada a função do edifício, com base nas necessidades dos usuários. Na fase projetual, a função e a performance da edificação estão associadas com o âmbito técnico, tornando-se uma etapa significativa para a adequada escolha dos materiais, procedimentos e métodos construtivos que serão utilizados (HELENE, 2003).

É de extrema importância que os projetos apresentem uma linguagem apropriada e desenhos executados de forma clara. O projetista e/ou desenhista, devem saber que, apesar dos funcionários possuírem um maior conhecimento prático, muitas vezes eles não possuem a concepção dos esforços que os materiais terão que suportar, dessa forma, se os desenhos não estiverem representados de maneira clara, os serviços podem ser executados de forma inapropriada, pois os trabalhadores não devem “adivinhar” como os materiais serão empregados (RIPPER, 1998). Essa dificuldade encontrada na interpretação dos projetos pode gerar agravantes na construção.

Entretanto, um projeto elaborado corretamente, também não garante que os problemas patológicos não irão se manifestar, mas, é uma forma de minimizar os riscos. Além de proporcionar a redução dos retrabalhos durante a execução.

Azevedo (2011), destaca que hoje, algumas ações estão sendo colocadas em prática a fim de reduzir problemas patológicos originados de projetos, como a escolha de desenvolver o

projeto através da avaliação e discussão dos sistemas inter-relacionados no processo construtivo, tais como: “arquitetura, estrutura, fundações, instalações elétricas, hidrossanitárias, de ar-condicionado, impermeabilização, vedações, revestimentos de pisos e paredes internas e de fachada”. Dessa forma é possível simplificar a execução, e até, minimizar os custos.

#### 2.1.2.2 Etapa de execução

A fase de execução, assim como pode garantir o sucesso da obra, também pode contribuir para o surgimento de diversas patologias. Sendo assim, as soluções técnicas devem ser adotadas com uma maior atenção, bem como o controle constante das inúmeras operações realizadas no processo de construção.

Para Souza e Ripper (1998), os materiais utilizados na obra, devem atender, além das especificações indicadas no projeto, os requisitos estabelecidos nas Normas Brasileiras. Essas questões e exigências devem ser aferidas antes do começo da obra, em seguida, controladas durante a construção.

Segundo Silveira (2002) *apud* Zuchetti (2015), a inexistência de regulamentação dos materiais ou procedimentos, juntamente com a falta de fiscalização, são fatores que agregam ao surgimento de patologias. “Deve haver então, a conscientização de engenheiros no que tange ao controle de qualidade dos materiais e processos construtivos”.

#### 2.1.2.3 Etapa de manutenção

O uso do produto final da construção (imóvel) é realizado pelo proprietário do mesmo, sendo de sua responsabilidade, tratar de que a estrutura - com todas as suas características – continuem em perfeito estado, com prazo de vida útil predeterminado. Geralmente, a aparição de problemas patológicos nessa fase, são consequentes da indevida utilização e da ausência de manutenção por parte do usuário. Através da inspeção e manutenção periódica, podem ser planejadas ações para reparações dos danos (caso apareçam) procedentes do uso, ações do meio ambiente ou ocasionais impactos acidentais.

Conforme Pina (2013), as patologias que ocorrem durante o estágio de utilização, podem ser originadas sob vários fatores, como: estruturas sobrecarregadas, a execução de reformas geralmente feitas por conta própria do proprietário (sem o acompanhamento de um profissional), a falta de manutenção, a utilização de produtos químicos, os impactos sob a estrutura, erosão por abrasão, compressão do cimento e alterações ou deformações das armaduras.

### 2.1.3 Tipos de patologia

#### 2.1.3.1 Trincas, fissuras e rachaduras

Fissura é determinada como o estado em que um certo objeto, ou porção dele, desenvolve frestas bem finas (até 0,5 mm), prolongadas e superficiais. As fissuras não são um problema grave, possuem risco considerado baixo, por não afetarem obrigatoriamente a garantia dos elementos estruturais (PINA, 2013).

Sobre os fatores determinantes de fissuras, Camaduro e Zatt (2000), afirmam que as fissuras possuem diversos tipos, que são promovidos pelos fenômenos: “retração, variação de temperatura, esforços de tração compressão, flexão cortante, torção, ou então causadas por corrosão nas armaduras, recalque das fundações ou movimentações higroscópicas”. Ainda segundo os autores, as fissuras que são causadas por recalques em fundações, aparecem mais frequentemente quando as armaduras inseridas na estrutura estão com defeitos ou posicionadas de forma inadequada, são fissuras que surgem nas vigas e possuem aberturas oscilantes.

Segundo Pina (2013), as trincas são frestas de tamanho maior, surgem quando o objeto está partido. Fato que pode minimizar a segurança dos componentes compostos pela estrutura de um edifício. Quando há trinca, pode haver também a passagem da água e vento pela estrutura. Portanto, com o aparecimento das trincas, a estrutura deve ser avaliada imediatamente, para evitar posteriores acidentes.

As rachaduras são o estado em que um determinado objeto ou parte dele apresenta uma abertura com um tamanho que varie entre 1,5 mm e 5,0 mm, e que causa interferências

indesejáveis, provocando a sensação de insegurança, sendo que pode-se “ver” o outro lado através dela (PINA, 2013).

As rachaduras possuem as mesmas características das trincas, porém, em um estágio mais evidenciado, com a presença de aberturas de um tamanho entre 1,5 mm e 5,0 mm. Esse tipo de patologia exige imediata atenção e antes do seu tratamento, deve-se investigar a sua origem para que o problema não torne a aparecer (HEERDT, PIO e BLEICHVEL, 2016).

Ainda segundo Heerdt, Pio e Bleichvel (2016), as reparações de rachaduras exigem ações estruturais rápidas, fundamentadas em uma análise detalhada das falhas visíveis e não visíveis. Geralmente a correção das falhas utiliza técnicas com aplicação de grampos de ferros para unir e reforçar a estrutura a partir do diagnóstico obtido pela análise patológica.

#### 2.1.3.1.1 Fissura por movimentação térmica

Os seguimentos compostos de uma construção estão condicionados a sofrer com variações de temperatura, propiciando em movimentos chamados de dilatação e contração, que são limitados por várias conexões que envolvem os elementos e componentes, gerando tensões que poderão ocasionar no surgimento de fissuras pela obra. No caso de edificações menores, como residenciais, observa-se o aparecimento de fissuras no sentido horizontal, geralmente logo abaixo das lajes (CASOTTI, 2007).

As condições climáticas são consideradas os principais fatores influenciadores da retração térmica e de exposição da estrutura durante a fase de construção. Devido à alta amplitude térmica situada no Brasil, as fissuras derivadas do fenômeno de retração térmica possuem grande relevância no que se refere ao desempenho da edificação (FURNAS, 1997).

São muitas as formas como se pode ocorrer as fissuras por dilatação térmica:

As fissuras de origem térmica podem também surgir por movimentações diferenciadas entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um material. As principais movimentações diferenciadas ocorrem em função de: a) junção de matérias com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeitos à mesma variação térmica, temos como exemplo, a movimentação diferenciada entre argamassa de assentamento e componentes da alvenaria. b) exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais, temos como exemplo, a cobertura em relação às paredes da edificação. c) gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente, temos como exemplo, gradiente

entre a face exposta e a face protegida de uma laje de cobertura (CASOTTI, 2007, p. 14).

Portanto, as atividades de movimentação nas estruturas originadas por variações térmicas, estão associadas com as características físicas do material que as constitui, e ainda, com a intensidade decorrente dessa variação da temperatura. A importância das tensões exercidas é função da intensidade da movimentação, do nível de retenção determinados pela relação a esta movimentação e das características elásticas do material (OLIVEIRA, 2012).

#### 2.1.3.1.2 Fissura por recalque de fundações

Para Consoli, Milititsky e Schinaid (2005), a atividade de recalque em fundações ocorre quando a conexão entre fundação e solo se desfaz, fazendo com que a fundação “afunde” mais do que o previsto. Quando esse fato acontece por toda a fundação, é chamado de recalque total, mas se for em apenas uma parte, chama-se de recalque diferencial.

O recalque na fundação acontece em toda obra, porém existem recalques suportáveis que são calculados a partir das análises e projetos de fundações, estabelecendo um limite a partir do qual se julga prejudicial à segurança ou ao funcionamento da estrutura (CONSOLI; MILITITSKY e SCHINAID, 2005).

As falhas provocadas por recalques são divididas em três grupos: as visuais e estéticas (sem riscos), as que comprometem a utilização e funcionalidade do prédio e as falhas estruturais (alto risco) que podem prejudicar a segurança dos usuários (CONSOLI; MILITITSKY e SCHINAID, 2005).

Segundo Oliveira (2012), os solos são compostos necessariamente por fragmentos sólidos, intercalados com água, ar e ocasionalmente por material orgânico. Sob impacto de cargas externas, todos os solos, independente da proporção, sofrem deformações. No caso em que existam variações dessas deformações por toda extensão das fundações de uma obra, tensões de alta intensidade serão difundidas na estrutura, sendo capaz de gerar o aparecimento de fissuras, que por consequência, irão atingir de forma inclinada, se direcionando ao ponto de maior recalque, sendo provocadas pelas tensões de cisalhamento.

#### 2.1.3.1.3 Fissura por retração

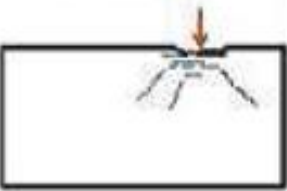
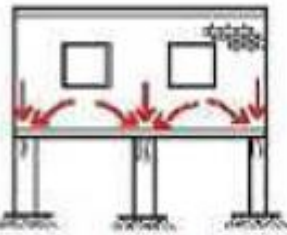
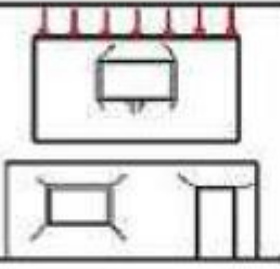
Conforme Marcondes (2011), para exercer o trabalho necessário, os concretos e argamassas geralmente são produzidos com uso exagerado de água no cimento, ocasionando em uma retração, que acaba provocando uma redução no volume do concreto. Como os elementos estruturais são limitados a se movimentarem entre si, acabam ocasionando tensões de tração no concreto, se as mesmas forem maiores que a resistência à tração do concreto, favorecem o aparecimento de fissuras.

Diversos motivos auxiliam na retração de um produto à base de cimento, os principais são: tipo e elemento químico do cimento, origem e granulometria dos agregados, condições de cura, etc. “Alguns fatores como temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, a relação água/cimento é sem dúvida o que mais influencia a retração de um produto constituído por cimento, sobrepujando inclusive a própria importância do consumo de cimento” (MARCONDES, 2011).

Segundo Taguchi (2010), de forma clara e objetiva, a retração plástica ocorre quando existe uma evaporação de água relativamente rápida no produto. Devido à densidade, os compostos como pedra e areia, tendem a deslocar-se até a camada de cimento, fazendo com que uma porção da água não utilizada na ação de hidratação do cimento emergja na superfície, na forma de evaporação, ocasionando na retração do concreto. Atividade essa, que gera tensões internas, e propiciam no aparecimento de fissuras na superfície.

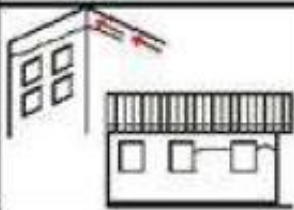
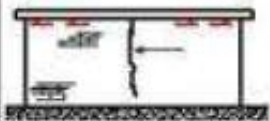
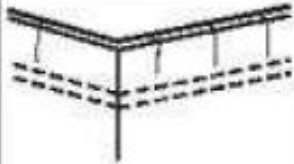
As Figuras 2 a 7 apresentam um resumo das fissuras ocorridas em alvenarias e as prováveis causas geradoras de cada uma destas tipologias (TAGUCHI, 2010).

**Figura 2:** Configurações típicas de fissuras por sobrecargas.

| 4   | SOBRECARGAS                                                                         | Fissuras causadas por sobrecargas                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 4.1 |    | Fissuras verticais induzidas por sobrecargas     |
| 4.2 |    | Fissuras horizontais por sobrecargas             |
| 4.3 |  | Fissuras por sobrecargas em apoios               |
| 4.4 |  | Fissuras por sobrecargas em pilares de alvenaria |
| 4.5 |  | Fissuras por sobrecargas em torno de aberturas   |

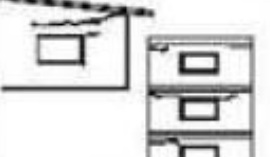
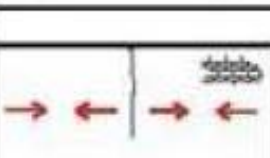
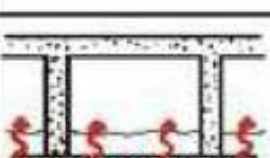
Fonte: (Taguchi, 2010 *apud* Castro, 2007).

**Figura 3:** Configurações típicas de fissuras térmicas.

|     |                                                                                     |                                                                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 5   | TERMICAS                                                                            | Fissuras causadas por variações de temperatura                                    |
| 5.1 |    | fissuras horizontais por movimentação térmica da laje                             |
| 5.2 |    | Fissuras inclinadas por movimentação térmica da laje                              |
| 5.3 |    | Fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje      |
| 5.4 |  | Fissuras verticais por movimentação térmica da laje                               |
| 5.5 |  | Fissuras inclinadas por movimentação térmica da estrutura de concreto armado      |
| 5.6 |  | Fissuras de destacamento por movimentação térmica da estrutura de concreto armado |
| 5.7 |  | Fissuras verticais por movimentação térmica da alvenaria                          |
| 5.8 |  | Fissuras de destacamento de platibanda por movimentação térmica                   |

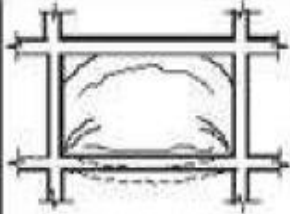
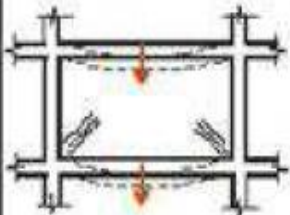
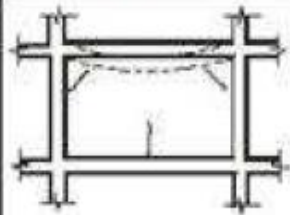
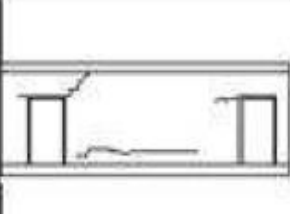
Fonte: (Taguchi, 2010 *apud* Castro, 2007).

**Figura 4:** Configuração típica de fissuras por retração-expansão.

| 6   | RETRAÇÃO -<br>EXPANSÃO                                                              | Fissuras causadas por retração e<br>expansão                     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 6.1 |    | Fissuras horizontais em paredes por<br>retração da laje          |
| 6.2 |    | Fissuras na base de paredes por<br>retração da laje              |
| 6.3 |    | Fissuras verticais em paredes por retração<br>da laje            |
| 6.4 |   | Fissuras de destacamento de paredes de<br>alvenaria por retração |
| 6.5 |  | Fissuras verticais em paredes por retração<br>da alvenaria       |
| 6.6 |  | Fissuras horizontais por expansão da<br>alvenaria                |
| 6.7 |  | Fissuras verticais por expansão da<br>alvenaria                  |

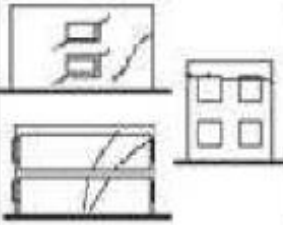
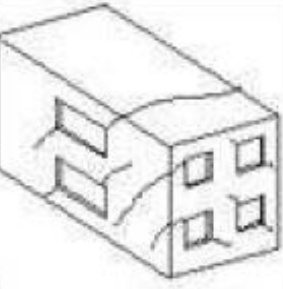
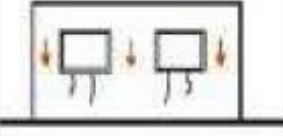
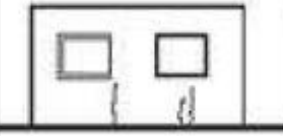
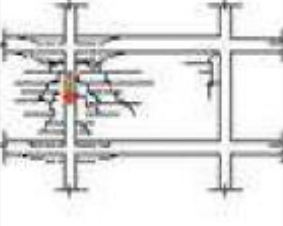
Fonte: (Taguchi, 2010 *apud* Castro, 2007).

**Figura 5:** Configurações típicas das fissuras devido a deformações.

|     |                                                                                     |                                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | DEFORMAÇÕES                                                                         | Fissuras causadas por deformação de elementos da estrutura de concreto armado |
| 7.1 |    | Fissuras em paredes por deformação do apoio                                   |
| 7.2 |    | Fissuras em paredes por deformação das vigas de apoio e superior              |
| 7.3 |   | Fissuras em paredes por deformação da viga superior                           |
| 7.4 |  | Fissuras em paredes com aberturas por deformação da estrutura                 |
| 7.5 |  | Fissuras em paredes por deformação de balanços                                |
| 7.6 |  | Fissuras horizontais em paredes por deformação da laje de cobertura           |

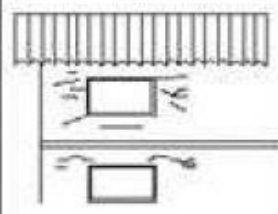
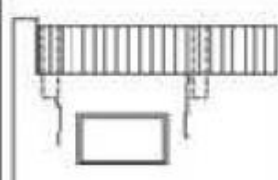
Fonte: (Taguchi, 2010 *apud* Castro, 2007).

**Figura 6:** Configurações típicas das fissuras devido ao recalque das fundações.

| 8   | RECALQUE FUNDAÇÕES                                                                  | Fissuras causadas por recalque de fundações                  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 8.1 |    | Fissuras por recalque de fundações segundo um eixo principal |
| 8.2 |    | Fissuras por recalque de fundações fora de um eixo principal |
| 8.3 |  | Fissuras verticais em peitoris por flexão negativa           |
| 8.4 |  | Fissuras verticais junto ao solo por ruptura das fundações   |
| 8.5 |  | Fissuras inclinadas em prédios estruturados                  |

Fonte: (Taguchi, 2010 *apud* Castro, 2007).

**Figura 7:** Configurações típicas das fissuras devido às reações químicas e aos detalhes construtivos.

|      |                                                                                     |                                                  |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 9    | REAÇÕES QUÍMICAS                                                                    | Fissuras causadas por reações químicas           |
| 9.1  |    | Fissuras horizontais por expansão da argamassa   |
|      |                                                                                     |                                                  |
| 10   | DETALHES CONSTRUTIVOS                                                               | Fissuras causadas por detalhes construtivos      |
| 10.1 |    | Fissuras por ancoragem de elementos construtivos |
| 10.2 |  | Fissuras por deficiência de amarração            |

Fonte: (Taguchi, 2010 *apud* Castro, 2007).

### 2.1.3.2 Eflorescência

Para Taguchi, (2010), a eflorescência trata-se do desenvolvimento de depósitos salinos na face dos materiais utilizados na construção como: revestimentos, alvenarias, concreto, argamassas, etc. Resulta da exposição à água - infiltrações ou intempéries – desses compostos, e pode ser considerada como uma falha, por alterar as características estéticas do elemento onde se deposita.

Existem casos em que os sais associados podem ser ofensivos e acarretar uma deterioração mais profunda. Um exemplo é a alteração no aspecto visual, onde surge um contraste de cor entre os compostos salinos e a superfície sobre a qual se deposita, como o

desenvolvimento de partículas brancas do carbonato de cálcio sobre tijolo vermelho, ou sobre granito escuro (GRANATO, 2005).

Ainda segundo Granato (2005), existe a possibilidade de definir quimicamente a eflorescência como sendo composta sobretudo de sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-ferrosos (cálcio e magnésio). Devido à atividade da água, seja ela originada por infiltração ou vinda do solo, os materiais sofrem reação, e a solução formada por eles se desloca para uma superfície que libera a água através da evaporação, fato esse que resulta na formação de depósitos salinos.

Para acontecer o fenômeno eflorescência, deve existir, respectivamente, três circunstâncias: a presença de teor salino solúvel nos materiais ou componentes; existência de água; pressão hidrostática suficiente para que a solução se transfira para a superfície. Deste modo, para evitar esse acontecimento, deve-se acabar com uma das três condições (TAGUCHI, 2010).

Ainda segundo o autor Taguchi (2010), com relação à existência de água para o surgimento da eflorescência, observa-se que a mesma, pode ser derivada da umidade presente no solo; da água de chuva, acumulada durante o processo de construção ou infiltrada nas alvenarias, aberturas ou rachaduras; de vazamentos provenientes de tubulações de água, esgoto ou pluviais; da água empregada na limpeza ou de uso constante em determinados espaços.

#### 2.1.4 Método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)

Segundo Wendt *apud* Sotille (2014), a ferramenta GUT é um método para tomada de decisão, criado por Kepner e Tegue em 1981 e serve para avaliar um determinado problema de acordo com sua gravidade, urgência e tendência, auxiliando na tomada de decisão racional.

Sotille (2014) classifica esse método como uma ferramenta para tomada de decisão onde se podem priorizar as ações a serem tomadas a respeito de um determinado problema de forma racional. Essa ferramenta responde a três perguntas importantes antes de tomar qualquer decisão acerca de algum problema, sendo elas: O que devemos fazer primeiro? Por quê? Por onde começar?

De acordo com Wendt *apud* Cesar (2013), os três fatores avaliados nessa ferramenta são classificados individualmente, onde a gravidade avalia o impacto que o problema pode

ocasionar no cenário em que está sendo avaliado. A urgência relaciona o tempo necessário para tomada de decisão e posterior resolução do problema e, leva em consideração também os danos que ocorrerão caso o problema não seja sanado. Já a tendência, analisa o potencial que o problema tem de crescer e se alastrar, ou até mesmo de redução/desaparecimento do mesmo.

### 3. CAPÍTULO 3

#### 3.1 METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado para realizar o levantamento das patologias aparentes existentes na edificação que abriga um Colégio Estadual localizado no Bairro Brasília, na cidade de Cascavel, Paraná, compreendem as seguintes etapas: revisão bibliográfica, coleta de dados com registro fotográfico, preenchimento de questionário, tabulação dos resultados obtidos e análise dos resultados.

##### 3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de um estudo de caso, realizado em uma edificação de ensino, localizada na cidade de Cascavel, Paraná, que teve como propósito identificar visualmente (*in loco*) as manifestações patológicas na edificação e quantificar as patologias existentes por meio de revisão bibliográfica. Após análise dos dados obtidos, foi sugerido um método corretivo para a patologia com maior ocorrência na edificação.

##### 3.1.2 Caracterização da amostra

O local escolhido para o desenvolvimento do estudo abriga um Colégio Estadual que possui 6 anos, sendo sua estrutura realizada em concreto armado convencional e pré-moldado, com laje em vigotas com preenchimento em *EPS* e alvenaria de vedação de tijolos cerâmicos, composta por um bloco de 3 pavimentos e uma quadra poliesportiva. O colégio possui aproximadamente 65 funcionários e 500 alunos. A edificação é destinada para todo o âmbito escolar, possuindo uma área construída de aproximadamente 4.244,74m<sup>2</sup>, localizada na Rua Vinicius de Moraes, no Bairro Brasília, na cidade de Cascavel, região Oeste, Estado do Paraná, conforme ilustrado na Figura 8.



**Tabela 1:** Tabela para levantamento das manifestações patológicas.

| FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS                                      |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Dados da Obra Analisada                                                                     |  |
| Obra Analisada:                                                                             |  |
| Definição da Obra:                                                                          |  |
| Nº de salas:                                                                                |  |
| Área total da obra                                                                          |  |
| Vistoria do Local                                                                           |  |
| Problema Patológico:                                                                        |  |
| 1- Local da Patologia:                                                                      |  |
| 2- Problema Externo/Interno?                                                                |  |
| 3- Gravidade do Problema:                                                                   |  |
| Anamnese do caso                                                                            |  |
| 1- Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?                  |  |
|                                                                                             |  |
| 2- Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?           |  |
|                                                                                             |  |
| 3- As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas? |  |
|                                                                                             |  |
| 4- Existe o mesmo sintoma em outros locais?                                                 |  |
|                                                                                             |  |
| Considerações:                                                                              |  |
| Fotos Do Problema Patológico                                                                |  |

Fonte: Paganin (2014).

A pesquisa também avaliou o estado de conservação da edificação por intermédio do formulário de avaliação demonstrada na Tabela 2, que foi fornecido pela Secretaria de Estado da Educação - Núcleo Regional de Cascavel, o qual são listados itens que compõem a infraestrutura escolar, sendo que o nível de mensuração é categórico e as possibilidades de avaliação são: “ótimo”, “bom”, “regular”, “ruim”, “péssimo” e “não existe”.

**Tabela 2:** Formulário de avaliação geral do prédio escolar.

| <b>FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO GERAL DO PRÉDIO ESCOLAR</b>      |              |            |                |             |                |                   |
|-------------------------------------------------------------|--------------|------------|----------------|-------------|----------------|-------------------|
| <b>DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA ESCOLAR</b>                |              |            |                |             |                |                   |
| <b>ITENS</b>                                                | <b>ÓTIMO</b> | <b>BOM</b> | <b>REGULAR</b> | <b>RUIM</b> | <b>PÉSSIMO</b> | <b>NÃO EXISTE</b> |
| Acessibilidade (rampas, portas alargadas, corrimão etc)     |              |            |                |             |                |                   |
| Coberturas (telha/telhado)                                  |              |            |                |             |                |                   |
| Ferragens (parapeito, corrimão, fechaduras, puxadores, ect) |              |            |                |             |                |                   |
| Forros e lajes                                              |              |            |                |             |                |                   |
| Instalações de incêndio (sinalização, extintores, ect)      |              |            |                |             |                |                   |
| Instalações elétricas (rede elétrica e fiações)             |              |            |                |             |                |                   |
| Instalações hidráulicas e sanitárias                        |              |            |                |             |                |                   |
| Instalações mecânicas (elevadores, e outros maquinários)    |              |            |                |             |                |                   |
| Instalações rede lógica (cabearamento de internet)          |              |            |                |             |                |                   |
| Janelas (esquadrias e vidros)                               |              |            |                |             |                |                   |
| Muros/Alambrados/Portões                                    |              |            |                |             |                |                   |
| Paisagismo                                                  |              |            |                |             |                |                   |
| Paredes (considere estrutura e não pintura)                 |              |            |                |             |                |                   |
| Pavimentação (calçamentos e áreas de circulação)            |              |            |                |             |                |                   |
| Pinturas (interna e externa)                                |              |            |                |             |                |                   |
| Pisos (considere os pisos dos ambientes)                    |              |            |                |             |                |                   |
| Revestimentos (paredes revestidas de cerâmica)              |              |            |                |             |                |                   |
| Rodapés, soleiras, peitoris, beiral                         |              |            |                |             |                |                   |
| Urbanização (mesas e bancos externos, sala ambiental, etc)  |              |            |                |             |                |                   |

| <b>CONCEITO</b> | <b>CRITÉRIOS</b>                        |
|-----------------|-----------------------------------------|
| <b>PÉSSIMO</b>  | 76% a 100% encontram-se com problemas   |
| <b>RUIM</b>     | 51% a 75% encontram-se com problemas    |
| <b>REGULAR</b>  | 26% a 50% encontram-se com problemas    |
| <b>BOM</b>      | Até 25% encontra-se com problemas       |
| <b>ÓTIMO</b>    | Nenhuma parte encontra-se com problemas |

Fonte: Secretaria de Estado da Educação (2016) - adaptado.

### 3.1.4 Visita ao local

Nesta etapa foram realizadas vistorias (internas e externas) em toda a extensão da edificação passando por salas de aula, direção, biblioteca entre outros setores do colégio. As visitas técnicas foram realizadas em período integral, sempre de acordo com a disponibilidade do colégio que foi previamente informado. A visita ao local foi realizada entre os dias dezoito de fevereiro de 2018 ao dia nove de março de 2018, sendo o índice pluviômetro com média 160mm entre as datas de realização das vistorias.

### 3.1.5 Análise dos Dados

Os dados levantados foram tabulados, mapeados e representados por meio de tabelas de frequência das manifestações patológicas. As mesmas foram classificadas quanto ao risco que apresentavam à estrutura da edificação de acordo com o método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência).

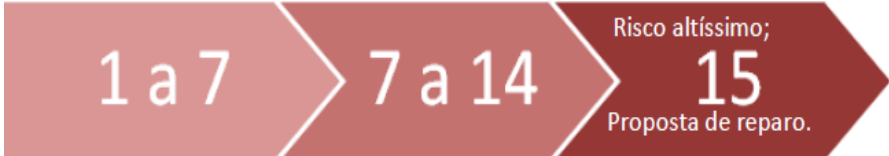
Segundo Wendt *apud* Sotille (2014), o método GUT foi elaborado por Kepner e Tegoe em 1981 e serve para classificar dados diversos, sua metodologia consiste em contribuir para a tomada de decisões conforme a prioridade que se estabelece com a classificação, no qual é possível analisar os dados e elaborar uma matriz que leva em conta a gravidade, urgência e tendência.

Para avaliar a gravidade, urgência e tendência, leva-se em consideração a intensidade, rapidez e comportamento do dano ao longo do tempo, classificando-o numa escala de 1 (um) a 5 (cinco), em que 1(um) é considerado sem gravidade, sem pressa para reparar e com danos estáveis e 5 (cinco) extremamente grave, recuperação imediata e dano totalmente instável, respectivamente.

Os itens anteriormente citados, inclusive a escala de classificação de gravidade, podem ser visualizados na Figura 9.

**Figura 9:** Classificação de gravidade de acordo com a escala GUT.

| GRAVIDADE              | URGÊNCIA                  | TENDÊNCIA                     |
|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 = SEM GRAVIDADE      | 1 = NÃO TEM PRESSA        | 1 = NÃO VAI PIORAR            |
| 2 = POUCO GRAVE        | 2 = PODE ESPERAR UM POUCO | 2 = VAI PIORAR EM LONGO PRAZO |
| 3 = GRAVE              | 3 = O MAIS CEDO POSSÍVEL  | 3 = VAI PIORAR EM MÉDIO PRAZO |
| 4 = MUITO GRAVE        | 4 = COM ALGUMA URGÊNCIA   | 4 = VAI PIORAR EM POUCO TEMPO |
| 5 = EXTREMAMENTE GRAVE | 5 = AÇÃO IMEDIATA         | 5 = VAI PIORAR RAPIDAMENTE    |

O diagrama abaixo ilustra a classificação de risco baseada na soma dos valores GUT (GUT = Gravidade + Urgência + Tendência). Ele é composto por três setas horizontais apontando para a direita, cada uma representando um intervalo de valores e um nível de risco correspondente.

| Intervalo de Soma GUT | Nível de Risco  | Ação Recomendada   |
|-----------------------|-----------------|--------------------|
| 1 a 7                 | Risco baixo     | Monitorar          |
| 7 a 14                | Risco médio     | Planejar reparo    |
| 15                    | Risco altíssimo | Proposta de reparo |

Fonte: Wendt (2017).

Após avaliar os dados conforme sua gravidade, urgência e tendência, é elaborada uma matriz, na qual faz-se a soma dos resultados obtidos para cada item, em cada dado. O valor total obtido pela soma de G+U+T revela a prioridade de reparo dos danos, em que se determinou, para efeitos deste trabalho, que os dados que apresentarem classificação GUT entre 1 (um) e 7 (sete), serão classificados como risco leve ou mínimo. Os dados que obtiverem classificação GUT entre 8 (oito) e 14 (quatorze), serão classificados como risco médio a alto e, concluindo, os dados que possuírem classificação 15 (quinze) na escala GUT, serão classificados como risco altíssimo (WENDT, 2017).

Após coletadas as informações pertinentes para o estudo, foram realizadas as análises quantitativas e qualitativas por meio de revisão bibliográfica, observando-se a frequência com que ocorreram as patologias, bem como as possíveis causas e suas manifestações. Com base nestas análises foi proposto um método de correção para a patologia mais encontrada na edificação.

## 4. CAPÍTULO 4

### 4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1.1 Análise e levantamento dos dados

Conforme a metodologia apresentada no Capítulo 3, para a realização do levantamento de dados, foram feitas algumas visitas ao local da edificação para o levantamento das manifestações patológicas aparentes, através de registro fotográfico para ilustração das mesmas. As patologias encontradas serão apresentadas separadamente de acordo com a tipologia de cada uma, nos itens a seguir.

De acordo com a metodologia adotada para classificação das anomalias, a Figura 10 demonstra a ordem de prioridade de reparo das anomalias conforme matriz GUT.

**Figura 10:** Classificação das anomalias de acordo com a escala GUT.

| PROBLEMA                       | GRAVIDADE | URGÊNCIA | TENDÊNCIA | PRIORIDADE |
|--------------------------------|-----------|----------|-----------|------------|
| FISSURA EM LAJE (SOBRECARGA)   | 3         | 2        | 2         | 7          |
| FISSURAS EM LAJE               | 2         | 2        | 2         | 6          |
| FISSURAS EM PAREDE             | 2         | 1        | 2         | 5          |
| INFILTRAÇÃO                    | 2         | 2        | 2         | 6          |
| OXIDAÇÃO                       | 2         | 2        | 2         | 6          |
| EFLORESCÊNCIA                  | 1         | 1        | 2         | 4          |
| FISSURA E DESTACAMENTO DO MURO | 3         | 3        | 2         | 8          |

| GRAVIDADE              | URGÊNCIA                  | TENDÊNCIA                     |
|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1 = SEM GRAVIDADE      | 1 = NÃO TEM PRESSA        | 1 = NÃO VAI PIORAR            |
| 2 = POUCO GRAVE        | 2 = PODE ESPERAR UM POUCO | 2 = VAI PIORAR EM LONGO PRAZO |
| 3 = GRAVE              | 3 = O MAIS CEDO POSSÍVEL  | 3 = VAI PIORAR EM MÉDIO PRAZO |
| 4 = MUITO GRAVE        | 4 = COM ALGUMA URGÊNCIA   | 4 = VAI PIORAR EM CURTO PRAZO |
| 5 = EXTREMAMENTE GRAVE | 5 = AÇÃO IMEDIATA         | 5 = VAI PIORAR RAPIDAMENTO    |

Fonte: Autor, 2018.

#### 4.1.1.1 Verificação das manifestações patológicas do 3º pavimento

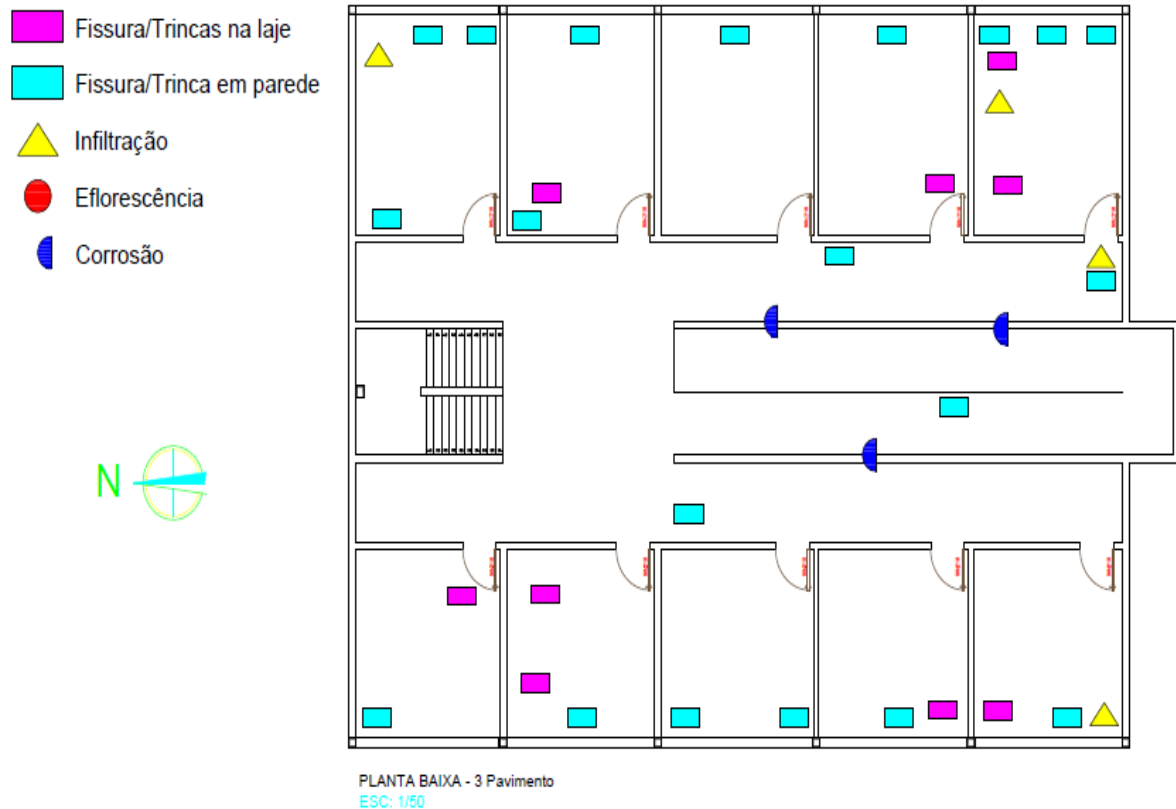
A vistoria teve início no 3º pavimento onde foi realizado o registro fotográfico das patologias encontradas. Após este registro, as patologias foram identificadas e quantificadas. A Tabela 3 indica as manifestações encontradas e onde foram localizadas, bem como a quantidade das mesmas.

**Tabela 3:** Síntese das manifestações patológicas registradas: 3º Pavimento.

| 3º Pavimento      |            |                   |                                                                                                                                                                      |
|-------------------|------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de Patologia | Frequência | Ambiente          | Observações                                                                                                                                                          |
| Fissuras/Trincas  | 8          | Lajes             | Foram identificados poucos tipos de fissuras/trincas, que em sua maioria derivam da dilatação térmica.                                                               |
| Fissuras/Trincas  | 20         | Parede/Viga/Pilar | Foram identificados alguns tipos de fissuras/trincas.                                                                                                                |
| Infiltração       | 4          | Lajes/Parede      | Foram identificadas algumas manifestações desta tipologia, normalmente devido à infiltração e percolação da água da chuva que ocorrem por ser uma laje de cobertura. |
| Oxidação          | 3          | Guarda-corpo      | Foram identificados vários pontos de oxidação, devido à falta de tratamento.                                                                                         |

Fonte: Autor, 2018.

O mapeamento dessas manifestações patológicas pode ser observado na Figura 11. Como pode ser visto, neste pavimento, as patologias mais encontradas foram fissuras e trincas.

**Figura 11:** Mapeamento das manifestações patológicas do 3º pavimento.

Fonte: Autor, 2018.

#### 4.1.1.1.1 Fissuras encontradas no 3º pavimento

Conforme proposto no Capítulo 3, após a síntese apresentada na Tabela 1, foi aplicado um formulário de levantamentos patológicos à supervisora, tratando-se de fissuras e trincas em relação à laje da edificação, conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4:** Formulário de patologias: Fissuras em laje.

| FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS |                                              |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Dados da Obra Analisada                                |                                              |
| Obra Analisada:                                        | Colégio Estadual                             |
| Definição da Obra:                                     | Edifício executado em alvenaria convencional |
| Nº de salas:                                           | 10 salas e corredor                          |
| Área total da obra                                     | 4.244 m <sup>2</sup>                         |

|                                                                                                                                       |                                                                                          |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Vistoria do Local: Vistoria realizada entre os dias 19/02/2018 a 09/03/2018                                                           |                                                                                          |                   |
| Problema Patológico:                                                                                                                  |                                                                                          | Fissura e trinca  |
| 1-                                                                                                                                    | Local da Patologia:                                                                      | Laje              |
| 2-                                                                                                                                    | Problema Externo/Interno?                                                                | Interno           |
| 3-                                                                                                                                    | Gravidade do Problema:                                                                   | Leve, segundo GUT |
| Anamnese do caso                                                                                                                      |                                                                                          |                   |
| 1-                                                                                                                                    | Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?                  |                   |
| A princípio nenhum fato foi ligado ao problema patológico que foi identificado, sendo a sua manifestação tratada como sendo normal.   |                                                                                          |                   |
| 2-                                                                                                                                    | Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?           |                   |
| Este tipo de patologia não foi tratado ou recuperado ao longo do tempo de utilização da edificação.                                   |                                                                                          |                   |
| 3-                                                                                                                                    | As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas? |                   |
| Não.                                                                                                                                  |                                                                                          |                   |
| 4-                                                                                                                                    | Existe o mesmo sintoma em outros locais?                                                 |                   |
| Estas fissuras e trincas se manifestam em quase toda a extensão deste pavimento, possivelmente por este ser o pavimento de cobertura. |                                                                                          |                   |
| Fotos Do Problema Patológico: Figura 12, 14 e 16.                                                                                     |                                                                                          |                   |

Fonte: Paganin (2014) - Adaptado.

Por meio da análise e do mapeamento das manifestações patológicas constatou-se que a grande maioria das anomalias não afetaram a estrutura da edificação, com exceção de uma fissura encontrada na laje que será explanada a seguir.

Foram identificadas oito fissuras na laje, mas apenas uma que representa gravidade média (segundo o GUT), conforme demonstrado na Figura 12, onde a provável causa, de acordo com Helene (1992), seria o subdimensionamento da estrutura, ou seja, não foi executada uma avaliação correta da sobrecarga que atuará, favorecendo o aparecimento de fissuras, devido à sobrecarga, ou também, consequência da deficiência dos materiais utilizados na execução.

• **Fissura por sobrecarga:**  $G + U + T$

$$3 + 2 + 2 = 7$$

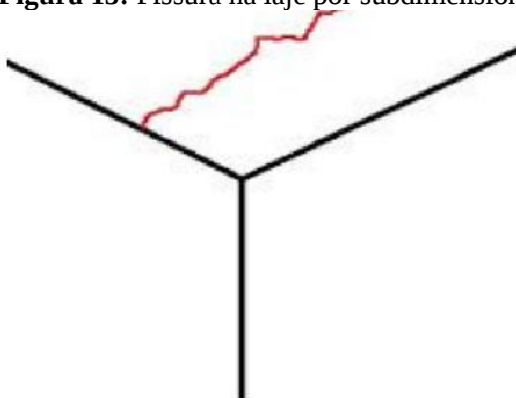
**Figura 12:** Fissura na laje por subdimensionamento.



Fonte: Autor, 2018.

Essa patologia foi classificada como fissura também, pois não excede 0,5 mm. A configuração desse tipo de fissura na laje é representada pela Figura 13 e para que não tenha seu risco agravado é aconselhado a realizar acompanhamento da mesma.

**Figura 13:** Fissura na laje por subdimensionamento.



Fonte: Magalhães, 2004.

Além deste tipo de fissura apresentado na Figura 12, em quase todas as salas há ocorrências de trincas, pois sua espessura supera 0,5mm, que podem ser devido à flexão. Segundo a escala GUT é de ordem de prioridade 6 (seis), conforme Figura 14.

- **Fissura por flexão:**  $G + U + T$   
 $2 + 2 + 2 = 6$

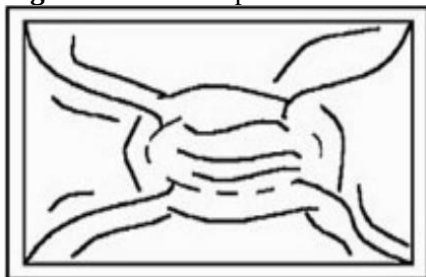
**Figura 14:** Fissura na laje por flexão.



Fonte: Autor, 2018.

Segundo Souza e Ripper (1998), as trincas são causadas pela falta de armaduras que combatam momentos fletores positivos na laje. Assim, as características indicam um erro de projeto na deficiência da especificação da utilização deste tipo de armadura para combater o surgimento das fissuras. Na Figura 15 pode-se verificar o tipo de fissura analisada por Souza & Ripper (1998) para que chegassem à conclusão citada.

**Figura 15:** Fissura por flexão.



Fonte: Souza & Ripper, 1998.

De acordo com o exposto, o aparecimento desta fissura pode ser atribuído a um erro de projeto devido à falta de medidas preventivas e pode ser classificada com um grau de risco leve (SOUZA e RIPPER, 1998).

Em algumas salas também foram encontradas outras tipologias de fissuras na laje, devido à retração do concreto, conforme Figura 16. De acordo com a escala GUT, utilizada

para classificação das anomalias quanto à ordem de prioridade de manutenção, as fissuras por retração do concreto estão caracterizadas com prioridade 6 (seis).

- **Fissura por retração do concreto:**  $G + U + T$   
 $2 + 2 + 2 = 6$

**Figura 16:** Fissura na laje por retração do concreto.



Fonte: Autor, 2018.

Segundo Souza e Ripper (1998), a retração do concreto é um movimento natural, neste caso o processo de execução e cura da peça estrutural deve ser feito seguindo todas as recomendações técnicas para evitar o surgimento deste tipo de fissura. Caso o comportamento de retração do concreto não seja levado em consideração, tanto no projeto quanto na execução, a possibilidade do desenvolvimento de patologias, como pode ser observada na Figura 16, são frequentes. A Figura 17 representa uma laje com fissuras devido à retração do concreto. Esse tipo de patologia é considerado de grau leve.

**Figura 17:** Fissura por retração do concreto.

Fonte: Souza & Ripper, 1998.

Em relação às fissuras e trincas apresentadas na estrutura em paredes, a Tabela 5 apresenta o questionário aplicado em relação ao 3º pavimento da edificação.

**Tabela 5:** Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.

| FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS                                                                              |                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dados da Obra Analisada                                                                                                             |                                                                                          |
| Obra Analisada:                                                                                                                     | Colégio Estadual                                                                         |
| Definição da Obra:                                                                                                                  | Edifício executado em alvenaria convencional                                             |
| Nº de salas:                                                                                                                        | 10 salas e corredor                                                                      |
| Área total da obra                                                                                                                  | 4.244 m <sup>2</sup>                                                                     |
| Vistoria do Local: Vistoria realizada entre os dias 19/02/2018 a 09/03/2018                                                         |                                                                                          |
| Problema Patológico:                                                                                                                | Fissura e trinca                                                                         |
| 1- Local da Patologia:                                                                                                              | Paredes/Vigas/Pilares                                                                    |
| 2- Problema Externo/Interno?                                                                                                        | Interno                                                                                  |
| 3- Gravidade do Problema:                                                                                                           | Mínimo, segundo GUT.                                                                     |
| Anamnese do caso                                                                                                                    |                                                                                          |
| 1-                                                                                                                                  | Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?                  |
| A princípio nenhum fato foi ligado ao problema patológico que foi identificado, sendo a sua manifestação tratada como sendo normal. |                                                                                          |
| 2-                                                                                                                                  | Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?           |
| Este tipo de patologia não foi tratado ou recuperado ao longo do tempo de utilização da edificação.                                 |                                                                                          |
| 3-                                                                                                                                  | As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas? |
| Não.                                                                                                                                |                                                                                          |
| 4-                                                                                                                                  | Existe o mesmo sintoma em outros locais?                                                 |

|                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|
| Estas fissuras e trincas se manifestam em quase toda a extensão deste pavimento. |
|----------------------------------------------------------------------------------|

|                                                       |
|-------------------------------------------------------|
| Fotos Do Problema Patológico: Figura 18, 20, 22 e 24. |
|-------------------------------------------------------|

Fonte: Paganin (2014) - Adaptado.

Nas áreas internas das salas foram observadas fissuras nas paredes que envolvem as janelas. Dentre as encontradas constam fissuras verticais na alvenaria sob o peitoril interno das janelas, conforme Figura 18. De acordo com a escala GUT, a fissura vertical está caracterizada com prioridade 5 (cinco).

- **Fissura vertical:**  $G + U + T$   
 $2 + 1 + 2 = 5$

**Figura 18:** Fissura em parede.



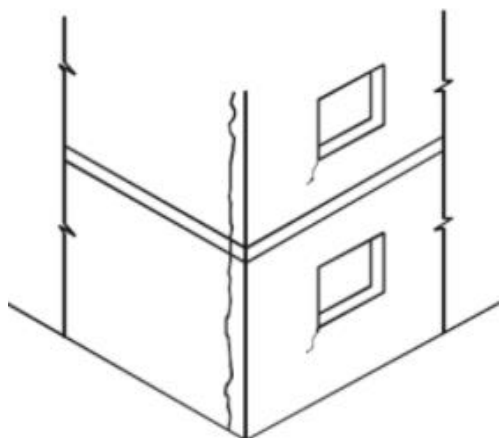
Fonte: Autor, 2018.

A patologia apresentada na Figura 18 é classificada como trinca, pois a abertura supera 0,5 mm. Ela representa uma patologia muito comum que ocorre em algumas salas de aula no Colégio. A provável causa dessa patologia é a deficiência de amarração entre os

elementos que constituem a alvenaria e o pilar. Seu mecanismo de formação é através da expansão da alvenaria por absorção de umidade (THOMAZ, 1989).

A Figura 19 mostra a configuração das fissuras verticais por expansão da alvenaria. Conforme Eldridge (1982) relata, esta se dá devido à alvenaria contida por pilares lateralmente sofrerem um abaulamento ao expandir, gerando então uma fissura vertical em uma das faces da parede. Addleson (1982) relata que as fissuras que surgem nos peitoris de janelas também são devido à expansão da alvenaria por absorção de umidade.

**Figura 19:** Fissura vertical no canto do edifício por expansão da alvenaria.



Fonte: Magalhães (2004).

Além desse tipo de fissura apresentado na Figura 19, também há outras ocorrências de fissuras horizontais por expansão da alvenaria em várias salas. Conforme Thomaz (1989) diz, as fissuras horizontais por expansão da alvenaria são causadas por movimentações higroscópicas devido à absorção de umidade, que sofrem movimentação diferenciada entre as fiadas de alvenaria ou entre os blocos cerâmicos e a junta de argamassa, que podem ocorrer ao longo das juntas horizontais da alvenaria onde existe maior quantidade de argamassa.

A Figura 20 mostra a patologia classificada como fissura horizontal, como não ultrapassa 0,5 mm, no revestimento. De acordo com a escala GUT, a fissura horizontal está caracterizada com prioridade 5 (cinco).

- **Fissura horizontal:**  $G + U + T$   
 $2 + 1 + 2 = 5$

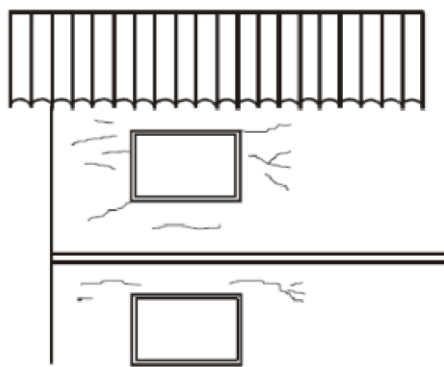
**Figura 20:** Fissura horizontal em parede.



Fonte: Autor, 2018.

Essas fissuras, como retrata a Figura 20, podem se manifestar na parede pela falta de impermeabilização na janela e por declividade do peitoril. A configuração típica de fissuras horizontais por expansão da argamassa é apresentada na Figura 21.

**Figura 21:** Fissuras causadas por expansão da alvenaria e reações químicas na argamassa.



Fonte: Duarte (1998).

Como as salas de aulas do terceiro pavimento se encontram na cobertura, observa-se trincas inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica, conforme Figura 22, que aparecem com frequência. De acordo com a escala GUT, a trinca por movimentação térmica está caracterizada com prioridade 5 (cinco).

• **Trinca por movimentação térmica:**  $G + U + T$

$$2 + 1 + 2 = 5$$

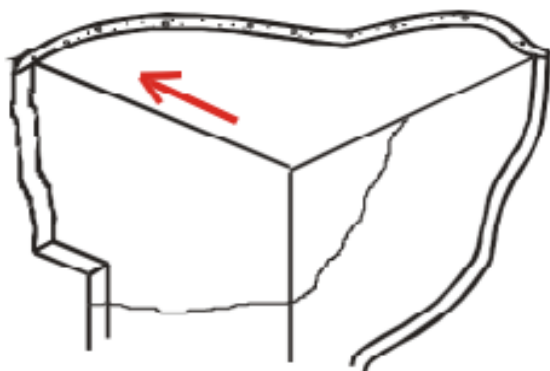
**Figura 22:** Fissura inclinada em parede.



Fonte: Autor, 2018.

Segundo Lima (2015), as lajes de concreto armado ao se movimentarem por ação das variações térmicas, geram tensões que podem resultar em fissuras nas paredes de alvenaria que as sustentam. As fissuras inclinadas em paredes transversais por movimentação térmica da laje de cobertura aparecem nas paredes de alvenaria que tenham orientação paralela ao sentido predominante de dilatação e contração da laje, ou seja, perpendiculares às fachadas conforme a Figura 23.

**Figura 23:** Fissura inclinada em parede transversal por movimentação térmica da laje.



Fonte: Duarte (1998).

Além da fissura na parede das salas de aula, ainda identificou-se uma fissura no corredor do bloco. Essa trinca manifestou-se no encontro da alvenaria com o elemento estrutural. A trinca identificada pode ser observada na Figura 24. De acordo com a escala GUT, a fissura em questão está caracterizada com prioridade 5 (cinco).

- **Fissura no encontro de alvenaria com elemento estrutural:**  $G + U + T$   
 $2 + 1 + 2 = 5$

**Figura 24:** Trinca horizontal em parede.



Fonte: Autor, 2018.

Segundo Paganin (2014), essa patologia manifestou-se pela deformação das vigas, neste caso, essa deformação não necessariamente pode levar à ruína da estrutura, mas a trinca deve ser monitorada a fim de verificar a continuidade ou não da deformação, pois a continuidade da deformação da estrutura é um indicativo de que a mesma esteja vindo a colapsar.

Esta manifestação patológica é classificada como leve, mas requer atenção e acompanhamento. O erro pode ser atribuído à falta de planejamento do projeto que não previu tal deformação.

#### 4.1.1.1.2 Oxidação e corrosão da estrutura metálica

No levantamento e inspeção do local, foi identificado um guarda-corpo de estrutura metálica que se encontra em oxidação e com corrosão localizada, trazendo grande desconforto estético e de segurança com a estrutura. Foi aplicado o formulário de levantamento dos problemas patológicos, conforme a Tabela 6.

**Tabela 6:** Formulário de patologias: oxidação e corrosão da estrutura metálica.

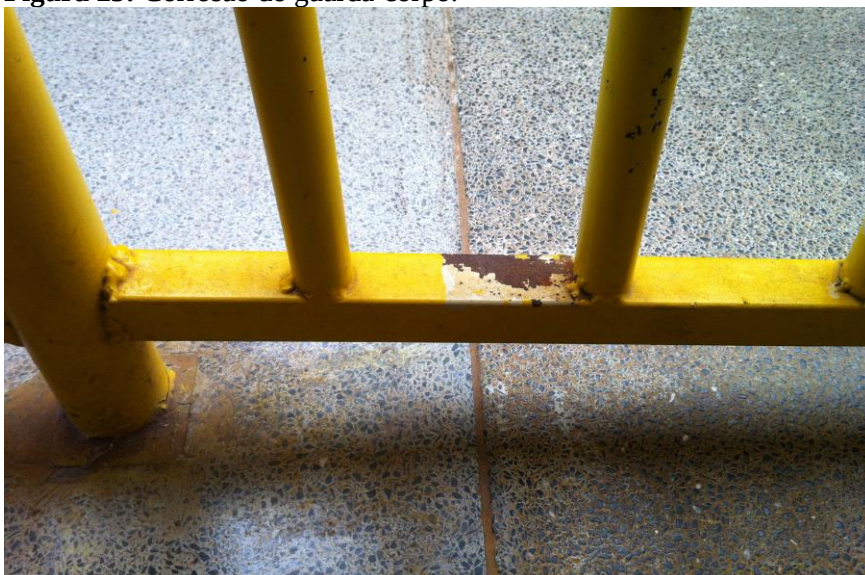
| FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS                                                                             |                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dados da Obra Analisada                                                                                                            |                                                                                          |
| Obra Analisada:                                                                                                                    | Colégio Estadual                                                                         |
| Definição da Obra:                                                                                                                 | Edifício executado em alvenaria convencional                                             |
| Nº de salas:                                                                                                                       | 10 salas e corredor                                                                      |
| Área total da obra                                                                                                                 | 4.244 m <sup>2</sup>                                                                     |
| Vistoria do Local: Vistoria realizada entre os dias 19/02/2018 a 09/03/2018                                                        |                                                                                          |
| Problema Patológico:                                                                                                               | Oxidação e corrosão                                                                      |
| 1- Local da Patologia:                                                                                                             | Estrutura metálica dos guarda corpo                                                      |
| 2- Problema Externo/Interno?                                                                                                       | Interno                                                                                  |
| 3- Gravidade do Problema:                                                                                                          | Mínimo a Médio, segundo GUT.                                                             |
| Anamnese do caso                                                                                                                   |                                                                                          |
| 1-                                                                                                                                 | Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?                  |
| Falta de manutenção.                                                                                                               |                                                                                          |
| 2-                                                                                                                                 | Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?           |
| Sim, caso não ocorra o tratamento e recuperação da estrutura, haverá o agravamento dos problemas.                                  |                                                                                          |
| 3-                                                                                                                                 | As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas? |
| Não, o local é fechado.                                                                                                            |                                                                                          |
| 4-                                                                                                                                 | Existe o mesmo sintoma em outros locais?                                                 |
| Sim, em toda extensão da estrutura há oxidação do metal, podendo chegar a uma corrosão localizada e perda de resistência mecânica. |                                                                                          |
| Foto Do Problema Patológico: Figura 25.                                                                                            |                                                                                          |

Fonte: Paganin (2014) - Adaptado.

Durante a vistoria foi observado que em alguns pontos do guarda-corpo se encontravam problemas de corrosão, conforme a Figura 25. De acordo com a escala GUT, a corrosão no guarda-corpo está caracterizada com prioridade 6 (seis).

- **Corrosão no guarda-corpo:**  $G + U + T$   
 $2 + 2 + 2 = 6$

**Figura 25:** Corrosão do guarda-corpo.



Fonte: Autor, 2018.

Segundo Gentil (1996), a corrosão é um processo de reações químicas heterogêneas ou eletroquímicas que passam na superfície de separação entre o metal e o meio corrosivo, portanto, é um modo de destruição do metal, propagando-se através de sua superfície.

Sendo o produto da corrosão um elemento diferente do material original, a liga acaba perdendo suas qualidades essenciais, tais como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, estética, etc. Em certos casos, quando a corrosão está em níveis elevados, torna-se impraticável sua remoção, sendo, portanto, a prevenção e controle as melhores formas de evitar problemas (GENTIL, 1996).

#### 4.1.1.1.3 Infiltração

Em relação às infiltrações que acabam por originarem o descascamento da pintura na laje e paredes abaixo das janelas apresentadas na estrutura, foi aplicado o formulário apresentado da Tabela 7.

**Tabela 7:** Formulário de patologias: Infiltração.

| FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS                                              |                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dados da Obra Analisada                                                                             |                                                                                          |
| Obra Analisada:                                                                                     | Colégio Estadual                                                                         |
| Definição da Obra:                                                                                  | Edifício executado em alvenaria convencional                                             |
| Nº de salas:                                                                                        | 10 salas e corredor                                                                      |
| Área total da obra                                                                                  | 4.244 m <sup>2</sup>                                                                     |
| Vistoria do Local: Vistoria realizada entre os dias 19/02/2018 a 09/03/2018                         |                                                                                          |
| Problema Patológico:                                                                                | Infiltração (descascamento de pintura)                                                   |
| 1- Local da Patologia:                                                                              | Lajes e paredes                                                                          |
| 2- Problema Externo/Interno?                                                                        | Interno                                                                                  |
| 3- Gravidade do Problema:                                                                           | Mínimo                                                                                   |
| Anamnese do caso                                                                                    |                                                                                          |
| 1-                                                                                                  | Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?                  |
| Não.                                                                                                |                                                                                          |
| 2-                                                                                                  | Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?           |
| Este tipo de patologia não foi tratado ou recuperado ao longo do tempo de utilização da edificação. |                                                                                          |
| 3-                                                                                                  | As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas? |
| Não, mesmo com fortes chuvas.                                                                       |                                                                                          |
| 4-                                                                                                  | Existe o mesmo sintoma em outros locais?                                                 |
| Este tipo de patologia se encontra em alguns pontos na laje e paredes abaixo das janelas.           |                                                                                          |
| Fotos Do Problema Patológico: Figura 26 e 27.                                                       |                                                                                          |

Fonte: Paganin (2014) - Adaptado.

Os principais locais onde ocorre o descascamento da pintura são os peitoris abaixo das janelas e também geralmente no teto, conforme é possível observar nas Figuras 26 e 27. De acordo com a escala GUT, o descascamento por infiltração está caracterizado com prioridade 6 (seis).

- **Descascamento por infiltração:**  $G + U + T$   
 $2 + 2 + 2 = 6$

**Figura 26:** Descascamento de pintura na laje.



Fonte: Autor, 2018.

**Figura 27:** Descascamento de pintura na parede.



Fonte: Autor, 2018.

A formação dessas bolhas está relacionada à perda de adesão da pintura por causa de infiltrações e o excesso de umidade por meio de paredes externas, ou à exposição da umidade logo após a secagem, principalmente onde a superfície é mal preparada. Os casos de descolamento geralmente ocorrem por uso de tinta de baixa qualidade, que oferece pouca adesão e flexibilidade, erro na diluição, ou preparação inadequada da superfície. Essa patologia geralmente se inicia com pequenas fissuras e quando atingem um estágio avançado, ocorrem os descolamentos de tintas (POLITO, 2010).

#### 4.1.1.2 Verificação das manifestações patológicas do 2º pavimento

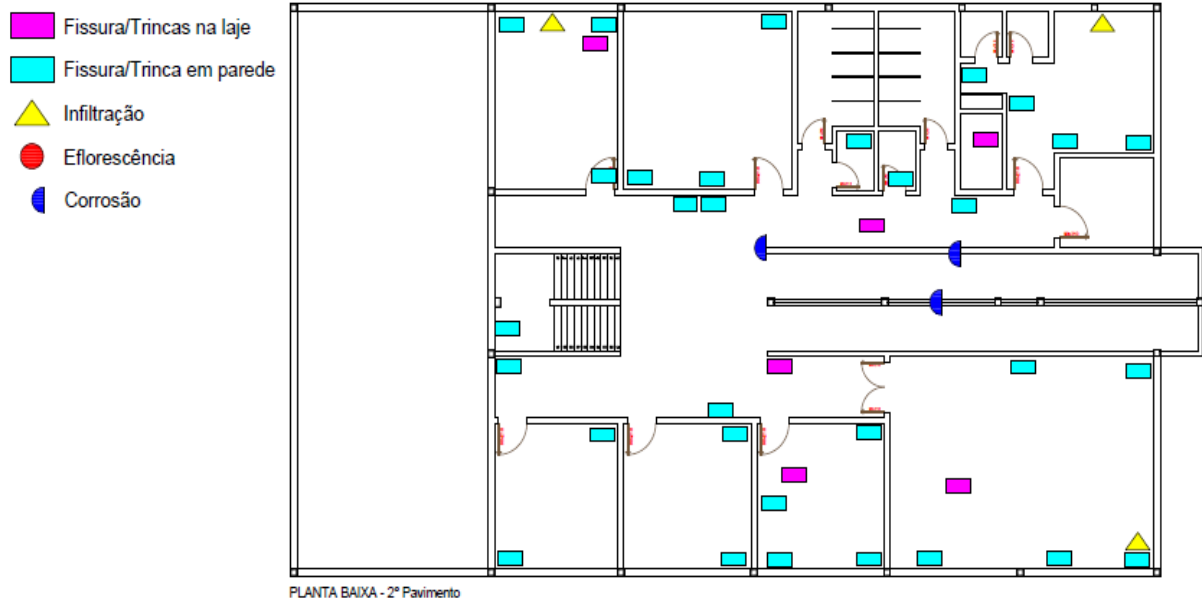
Na vistoria do 2º pavimento foram encontradas patologias parecidas com as que foram registradas no 3º pavimento. A Tabela 8 indica as manifestações encontradas e onde foram localizadas, bem como a quantidade das mesmas.

**Tabela 8:** Síntese das manifestações patológicas registradas: 2º Pavimento.

| 3º Pavimento      |            |                   |                                                                                                            |
|-------------------|------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de Patologia | Frequência | Ambiente          | Observações                                                                                                |
| Fissuras/Trincas  | 6          | Lajes             | Foram identificados poucos tipos de fissuras/trincas, que em sua maioria derivam da dilatação térmica.     |
| Fissuras/Trincas  | 31         | Parede/Viga/Pilar | Foram identificados alguns tipos de fissuras/trincas, que derivam de diferentes manifestações patológicas. |
| Infiltração       | 3          | Lajes/Parede      | Foram identificadas algumas manifestações desta tipologia, normalmente devido à infiltração.               |
| Oxidação          | 1          | Guarda-corpo      | Foram identificados vários pontos de oxidação, devido à falta de tratamento.                               |

Fonte: Autor, 2018.

O mapeamento dessas manifestações patológicas pode ser observado na Figura 28, sendo que as patologias mais encontradas neste pavimento foram fissuras e trincas.

**Figura 28:** Mapeamento das manifestações patológicas do 2º pavimento.

Fonte: Autor, 2018.

#### 4.1.1.2.1 Fissuras encontradas no 2º pavimento

Em relação às fissuras e trincas apresentadas na estrutura em paredes, a Tabela 9 apresenta o questionário aplicado em relação ao 2º pavimento da edificação.

**Tabela 9:** Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.

|                                                                             |                           |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|
| Tabela 04: Formulário de patologias: Fissuras em paredes, Vigas e pilares.  |                           |                                              |
| FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS                      |                           |                                              |
| Dados da Obra Analisada                                                     |                           |                                              |
| Obra Analisada:                                                             |                           | Colégio Estadual                             |
| Definição da Obra:                                                          |                           | Edifício executado em alvenaria convencional |
| Nº de salas:                                                                |                           | 10 salas e corredor                          |
| Área total da obra                                                          |                           | 4.244 m²                                     |
| Vistoria do Local: Vistoria realizada entre os dias 19/02/2018 a 09/03/2018 |                           |                                              |
| Problema Patológico:                                                        |                           | Fissura e trinca                             |
| 1-                                                                          | Local da Patologia:       | Paredes/Vigas/Pilares                        |
| 2-                                                                          | Problema Externo/Interno? | Interno                                      |
| 3-                                                                          | Gravidade do Problema:    | Mínimo, segundo GUT.                         |

| Anamnese do caso                                                                                                            |                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-                                                                                                                          | Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?                  |
| A princípio nenhum fato foi ligado ao problema patológico identificado, sendo a sua manifestação tratada como sendo normal. |                                                                                          |
| 2-                                                                                                                          | Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?           |
| Este tipo de patologia não foi tratado ou recuperado ao longo do tempo de utilização da edificação.                         |                                                                                          |
| 3-                                                                                                                          | As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas? |
| Não.                                                                                                                        |                                                                                          |
| 4-                                                                                                                          | Existe o mesmo sintoma em outros locais?                                                 |
| Estas fissuras e trincas se manifestam em quase toda a extensão deste pavimento.                                            |                                                                                          |
| Fotos Do Problema Patológico: Figura 29, 31, 32 e 33.                                                                       |                                                                                          |

Fonte: Paganin (2014) - Adaptado.

Em alguns pontos de abertura de janelas e portas foram encontradas fissuras de grau leve que se formam a partir dos vértices das aberturas com um ângulo de quarenta e cinco graus, conforme a Figura 29. De acordo com a escala GUT, a fissura em questão está caracterizada com prioridade 5 (cinco).

- **Fissura inclinada em abertura:**  $G + U + T$   
 $2 + 1 + 2 = 5$

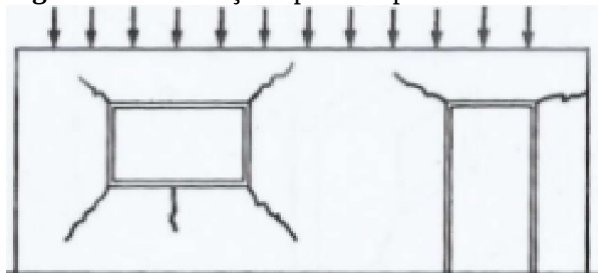
**Figura 29:** Fissuras em aberturas.



Fonte: Autor, 2018

Segundo Thomaz (1889), essas fissuras ocorrem em função da perturbação causada pelo movimento das isostáticas de compressão. Uma diferença de tensão entre a parede que está sob as aberturas, que tem uma carga reduzida, e a parede localizada na lateral da abertura, que recebe uma carga maior, forma entre elas um plano de cisalhamento. As tensões aplicadas no topo de uma parede podem apresentar o dobro da magnitude ao chegar à região dos cantos inferiores das aberturas, conforme ilustra a Figura 30.

**Figura 30:** Fissuração típica em parede com aberturas, devido à atuação de cargas.



Fonte: THOMAZ, 1989.

Diversos fatores contribuem para o surgimento destas fissuras, dentre eles estão: as dimensões da parede, dimensões das aberturas, posição das aberturas no painel de alvenaria e dimensões e rigidez de vergas e contravergas, quando existentes (THOMAZ, 1989).

A manifestação patológica apresentada nas Figuras 31 e 32 é classificada como trinca e apresenta um grau de risco mínimo para a edificação. Esta patologia apresenta essa tipologia de fissuração por compreender a união de duas estruturas, sendo que o carregamento exercido pelas duas estruturas é distinto e quanto menor o carregamento, menor é a restrição e sua movimentação e consequentemente mais suscetíveis à fissuração (SEGAT, 2005). De acordo com a escala GUT, a trinca em questão está caracterizada com prioridade 6 (seis).

- **Fissura por falta de junta de dilatação:**  $G + U + T$

$$2 + 2 + 2 = 6$$

**Figura 31:** Trincas.



Fonte: Autor, 2018.

Como pode ser observado, as trincas ocorreram por não haver a continuidade da junta de dilatação por toda a extensão do pavimento, ou seja, fato ocorrido por falhas de execução ou projeto, que não possui o corte em alguns pontos das paredes, assim, ocasionando as trincas.

**Figura 32:** Trincas.

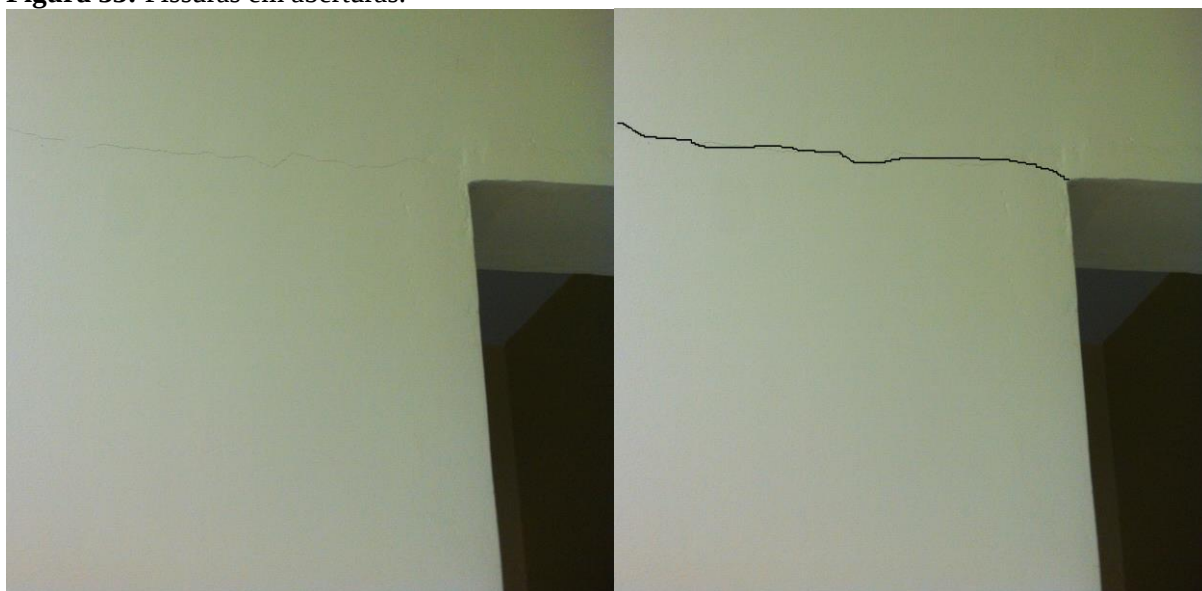


Fonte: Autor, 2018.

Outra tipologia que ocorreu em algumas salas tem como causa provável a deformação da estrutura, onde foi possível identificar a ocorrência das fissuras em cima das portas conforme Figura 33. De acordo com a escala GUT, utilizada para classificação das anomalias quanto à ordem de prioridade de manutenção, a fissura horizontal está caracterizada com prioridade 5 (cinco).

- **Fissura horizontal em aberturas:**  $G + U + T$   
 $2 + 2 + 1 = 5$

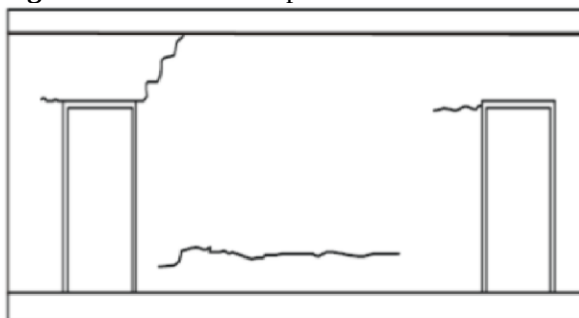
**Figura 33:** Fissuras em aberturas.



Fonte: Autor, 2018.

Essa fissura apresentou um grau de risco mínimo para a edificação. Esse erro pode ser atribuído à falta de planejamento do projeto que não previu tal deformação. Segundo Thomaz (1989), as fissuras causadas por deformação da estrutura podem ganhar diversas configurações, dependendo do tamanho da parede, do tipo de movimentação da estrutura, das dimensões e formas das aberturas. Em geral sua configuração típica é conforme a apresentada na Figura 34.

**Figura 34:** Fissuras em parede com aberturas causadas pela deformação da estrutura.



Fonte: THOMAZ, 1989.

#### 4.1.1.3 Verificação das manifestações patológicas do 1º pavimento

A Tabela 10 indica as manifestações encontradas e onde foram localizadas, bem como a quantidade das mesmas. Muitas dessas patologias foram encontradas nos 2 pavimentos citados.

**Tabela 10:** Síntese das manifestações patológicas registradas: 1º Pavimento.

| 3º Pavimento      |            |                   |                                                                                                                            |
|-------------------|------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de Patologia | Frequência | Ambiente          | Observações                                                                                                                |
| Fissuras/Trincas  | 3          | Lajes             | Foram identificados poucos tipos de fissuras/trincas, que em sua maioria derivam da dilatação térmica.                     |
| Fissuras/Trincas  | 20         | Parede/Viga/Pilar | Foram identificados alguns tipos de fissuras/trincas, que derivam de diferentes manifestações patológicas.                 |
| Infiltração       | 4          | Lajes/Parede      | Foram identificadas algumas manifestações desta tipologia, normalmente devido à infiltração e percolação da água da chuva. |
| Oxidação          | 1          | Guarda-corpo      | Foram identificados vários pontos de oxidação, devido à falta de tratamento.                                               |

Fonte: Autor, 2018.

O mapeamento dessas manifestações patológicas pode ser observado na Figura 35. Como pode ser visto, neste pavimento, as patologias mais encontradas foram fissuras e trincas.

**Figura 35:** Mapeamento das manifestações patológicas do 1º pavimento.



Fonte: Autor, 2018.

4.1.1.3.1 Fissuras encontradas no 1º pavimento

Em relação às fissuras e trincas apresentadas na estrutura em paredes, a Tabela 11 apresenta o questionário aplicado em relação ao 1º pavimento da edificação.

**Tabela 11:** Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.

| FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS |
|--------------------------------------------------------|
| Dados da Obra Analisada                                |

|                                                                                                                                     |                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obra Analisada:                                                                                                                     | Colégio Estadual                                                                         |
| Definição da Obra:                                                                                                                  | Edifício executado em alvenaria convencional                                             |
| Nº de salas:                                                                                                                        | 10 salas e corredor                                                                      |
| Área total da obra                                                                                                                  | 4.244 m <sup>2</sup>                                                                     |
| Vistoria do Local: Vistoria realizada entre os dias 19/02/2018 a 09/03/2018                                                         |                                                                                          |
| Problema Patológico:                                                                                                                | Fissura e trinca                                                                         |
| 1- Local da Patologia:                                                                                                              | Paredes/Vigas/Pilares                                                                    |
| 2- Problema Externo/Interno?                                                                                                        | Interno                                                                                  |
| 3- Gravidade do Problema:                                                                                                           | Mínimo, segundo o GUT.                                                                   |
| Anamnese do caso                                                                                                                    |                                                                                          |
| 1-                                                                                                                                  | Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?                  |
| A princípio nenhum fato foi ligado ao problema patológico que foi identificado, sendo a sua manifestação tratada como sendo normal. |                                                                                          |
| 2-                                                                                                                                  | Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?           |
| Este tipo de patologia não foi tratado ou recuperado ao longo do tempo de utilização da edificação.                                 |                                                                                          |
| 3-                                                                                                                                  | As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas? |
| Não.                                                                                                                                |                                                                                          |
| 4-                                                                                                                                  | Existe o mesmo sintoma em outros locais?                                                 |
| Estas fissuras e trincas se manifestam em quase toda a extensão deste pavimento.                                                    |                                                                                          |
| Fotos Do Problema Patológico: Figura 36 e 39.                                                                                       |                                                                                          |

Fonte: Paganin (2014) - Adaptado.

Em algum ponto do 1º pavimento, foram observadas fissuras inclinadas de grau leve no canto superior das paredes no encontro de viga e pilar, conforme Figura 36. De acordo com a escala GUT, a fissura em questão está caracterizada com prioridade 5 (cinco).

• **Fissura em vigas:**  $G + U + T$   
 $2 + 1 + 2 = 5$

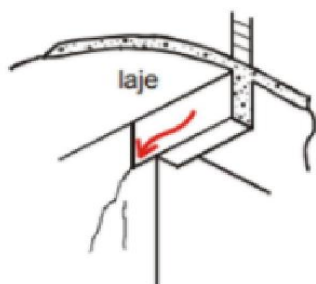
**Figura 36:** Fissuras em paredes (encontro de viga e pilar).



Fonte: Autor, 2018.

Segundo Thomaz (1989), este tipo de fissura ocorre devido a dois motivos. Primeiro, quando a carga de compressão concentrada em um ponto de apoio na alvenaria excede sua capacidade de resistência, nesse caso as fissuras podem apresentar direções verticais, horizontais e inclinadas, conforme Figura 37.

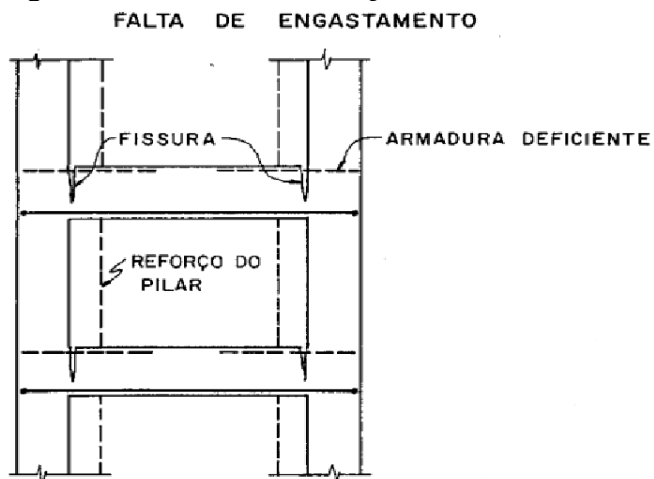
**Figura 37:** Fissuras inclinadas causadas por sobrecarga.



Fonte: THOMAZ, 1989.

E segundo, que pode ser considerado de risco moderado e requer acompanhamento por erro no modelo estrutural, que não considera o engaste elástico da viga no pilar, resultando em falta de armadura superior nas vigas, ocasionando as fissuras conforme Figura 38 (THOMAZ, 1989).

**Figura 38:** Fissuras inclinadas por falta de armadura.



Fonte: THOMAZ, 1989.

Na escada existem trincas de configurações diferentes (horizontais e verticais), mas que remetem a mesma tipologia, conforme a Figura 39. De acordo com a escala GUT, a trinca em questão está caracterizada com prioridade 5 (cinco).

- **Trincas horizontais e verticais:**  $G + U + T$   
 $2 + 1 + 2 = 5$

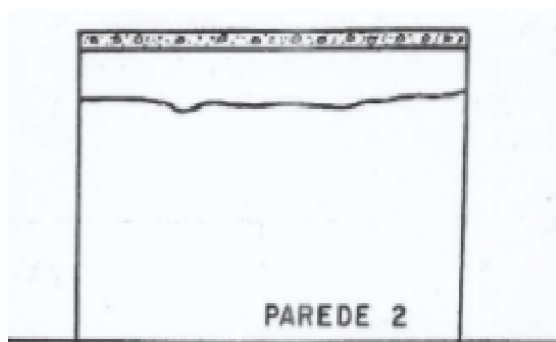
**Figura 39:** trincas.



Fonte: Autor, 2018.

A trinca horizontal representada é originada, pois os elementos parede e laje, normalmente encontram-se vinculados entre si, ao passo que quando a laje sofrer dilatação térmica e consequente abaulamento, introduzirá tensões de tração e cisalhamento das paredes, configurando as trincas típicas demonstradas na Figura 40 (THOMAZ, 1989).

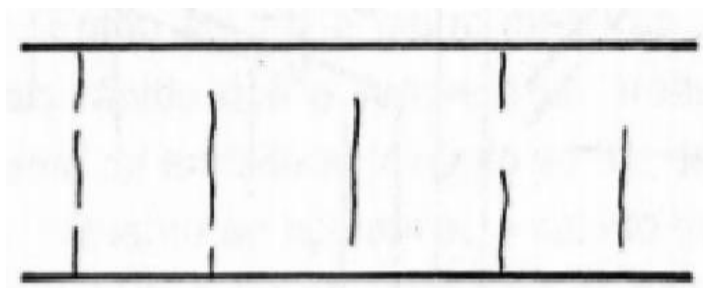
**Figura 40:** Trinca presente no topo da parede paralela à largura da laje.



Fonte: THOMAZ, 1989.

Já as trincas verticais são devidas às variações de temperatura provocadas pela radiação solar, que contribuíram para o aparecimento. A diminuição de volume com o frio e o aumento do volume com o calor, acabaram inserindo tensões no material. Sobre esse fenômeno, Verçoza (1991) cita que “podem aparecer fissuras distribuídas com bastante uniformidade e preferencialmente em direção perpendicular à maior dimensão da peça”. Essa configuração típica pode ser observada na Figura 41.

**Figura 41:** Morfologia de fissuras causadas por movimentação térmica.



Fonte: VERÇOZA, 1991.

#### 4.1.1.4 Verificação das manifestações patológicas na parte externa

##### 4.1.1.4.1 Destacamento e fissuras do muro externo

Conforme vistoria realizada, foram encontradas 2 tipologias diferentes na parte externa e de acordo com as manifestações levantadas, pode-se discutir que a patologia que apresenta risco médio, encontra-se no muro, conforme a Figura 42. A Tabela 12 apresenta o questionário aplicado em relação a esta patologia. De acordo com a escala GUT, a patologia em questão está caracterizada com prioridade 8 (oito).

- **Fissura e destacamento:**  $G + U + T$   
 $3 + 3 + 2 = 8$

**Tabela 12:** Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.

| FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS                                              |                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Dados da Obra Analisada                                                                             |                                                                                |
| Obra Analisada:                                                                                     | Colégio Estadual                                                               |
| Definição da Obra:                                                                                  | Edifício executado em alvenaria convencional                                   |
| Nº de salas:                                                                                        | 10 salas e corredor                                                            |
| Área total da obra                                                                                  | 4.244 m <sup>2</sup>                                                           |
| Vistoria do Local: Vistoria realizada entre os dias 19/02/2018 a 09/03/2018                         |                                                                                |
| Problema Patológico:                                                                                | Fissura e trinca                                                               |
| 1- Local da Patologia:                                                                              | Paredes/Vigas/Pilares                                                          |
| 2- Problema Externo/Interno?                                                                        | Externo                                                                        |
| 3- Gravidade do Problema:                                                                           | Médio, segundo o GUT.                                                          |
| Anamnese do caso                                                                                    |                                                                                |
| 1-                                                                                                  | Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?        |
| Ocorrência de chuva.                                                                                |                                                                                |
| 2-                                                                                                  | Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos? |
| Este tipo de patologia não foi tratado ou recuperado ao longo do tempo de utilização da edificação. |                                                                                |

|                                         |                                                                                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3-                                      | As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas? |
|                                         | Sim, a chuva ajuda na evolução da patologia.                                             |
| 4-                                      | Existe o mesmo sintoma em outros locais?                                                 |
|                                         | Não.                                                                                     |
| Foto Do Problema Patológico: Figura 42. |                                                                                          |

Fonte: Paganin (2014) - Adaptado.

**Figura 42:** Muro externo.



Fonte: Autor, 2018.

Segundo Thomaz 1989, a infiltração na argamassa de revestimento também pode provocar o destacamento dela da alvenaria. Esse fato ocorre pela movimentação diferenciada entre argamassa e alvenaria, provocada essencialmente pela diferença de umidade entre elas. Topo de muros, peitoris e platibandas são locais típicos de acontecer esse fenômeno, pois quando não possuem a devida proteção mecânica como a instalação de rufo e pingadeiras, por exemplo, acaba por ocorrer o surgimento de fissura de mapeamento.

Esta patologia requer total atenção, acompanhamento e prioridade de reparo, pois a não execução da mesma, pode acarretar em grandes danos e até a queda do muro.

#### 4.1.1.4.2 Eflorescência

Na parte externa também foi encontrada outra tipologia que não tem risco para estrutura, mas tem grande influência estética. Assim foi apresentado o questionário da Tabela 13 em relação a esta patologia.

**Tabela 13:** Formulário de patologias: Fissuras em paredes, vigas e pilares.

| FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS                                              |                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dados da Obra Analisada                                                                             |                                                                                          |
| Obra Analisada:                                                                                     | Colégio Estadual                                                                         |
| Definição da Obra:                                                                                  | Edifício executado em alvenaria convencional                                             |
| Nº de salas:                                                                                        | 10 salas e corredor                                                                      |
| Área total da obra                                                                                  | 4.244 m <sup>2</sup>                                                                     |
| Vistoria do Local: Vistoria realizada entre os dias 19/02/2018 a 09/03/2018                         |                                                                                          |
| Problema Patológico:                                                                                | Eflorescência                                                                            |
| 1- Local da Patologia:                                                                              | Revestimento externo                                                                     |
| 2- Problema Externo/Interno?                                                                        | Externo                                                                                  |
| 3- Gravidade do Problema:                                                                           | Leve, segundo o GUT.                                                                     |
| Anamnese do caso                                                                                    |                                                                                          |
| 1-                                                                                                  | Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?                  |
| Ocorrência de chuva.                                                                                |                                                                                          |
| 2-                                                                                                  | Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?           |
| Este tipo de patologia não foi tratado ou recuperado ao longo do tempo de utilização da edificação. |                                                                                          |
| 3-                                                                                                  | As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas? |
| Sim, a chuva ajuda na evolução da patologia.                                                        |                                                                                          |
| 4-                                                                                                  | Existe o mesmo sintoma em outros locais?                                                 |
| Sim.                                                                                                |                                                                                          |
| Foto Do Problema Patológico: Figura 43.                                                             |                                                                                          |

Fonte: Paganin (2014) - Adaptado.

A manifestação da eflorescência foi identificada nos revestimentos cerâmicos, sendo que o risco desta patologia é mínimo, como demonstra a Figura 43. De acordo com a escala GUT, a patologia em questão está caracterizada com prioridade 4 (quatro).

• **Eflorescência:** G + U + T

$$1 + 1 + 2 = 4$$

**Figura 43:** Eflorescência.



Fonte: Autor, 2018.

Para Ferreira et al (2006), eflorescências são depósitos salinos que se formam em superfícies de revestimentos e são provenientes da migração e evaporação de soluções aquosas salinizadas, as quais são consideradas um problema econômico para fabricantes e construtores, e provocam danos principalmente estéticos e não estruturais. Os sais que causam as eflorescências podem ter diversas origens, como por exemplo, a matéria-prima, os materiais utilizados para a construção e também a água que está presente no subsolo.

Nota-se que a eflorescência deixa uma marca muito grande nas peças construtivas, causando um grande efeito negativo na estética da edificação. Definiu-se que a manifestação desta patologia é atribuída a um erro de execução, materiais e de projeto. O reparo da eflorescência é simples, os locais onde há sua manifestação devem ser lavados com uma solução de ácido clorídrico a 10% e água abundante. Provavelmente, ela reaparecerá até que todos os sais presentes nos locais tenham sido eliminados, assim o processo de limpeza deve ser repetido.

## 4.2 ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA ESCOLAR

Durante a visita foi avaliado o estado de conservação da edificação através de um formulário de avaliação fornecido pela Secretaria de Estado de Educação, Núcleo Regional de Cascavel, em que estão listados itens que compõem a infraestrutura escolar conforme apresentado na Tabela 14.

**Tabela 14:** Formulário de avaliação geral do prédio escolar.

| FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO GERAL DO PRÉDIO ESCOLAR             |       |     |         |      |         |            |
|-------------------------------------------------------------|-------|-----|---------|------|---------|------------|
| DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA ESCOLAR                       |       |     |         |      |         |            |
| ITENS                                                       | ÓTIMO | BOM | REGULAR | RUIM | PÉSSIMO | NÃO EXISTE |
| Acessibilidade (rampas, portas alargadas, corrimão etc)     |       | X   |         |      |         |            |
| Coberturas (telha/telhado)                                  |       | X   |         |      |         |            |
| Ferragens (parapeito, corrimão, fechaduras, puxadores, etc) |       |     | X       |      |         |            |
| Forros e lajes                                              |       | X   |         |      |         |            |
| Instalações de incêndio (sinalização, extintores, etc)      |       | X   |         |      |         |            |
| Instalações elétricas (rede elétrica e fiações)             |       | X   |         |      |         |            |
| Instalações hidráulicas e sanitárias                        |       |     | X       |      |         |            |
| Instalações mecânicas (elevadores, e outros maquinários)    |       |     |         |      |         | X          |
| Instalações rede lógica (cabearno de internet)              |       | X   |         |      |         |            |
| Janelas (esquadrias e vidros)                               |       | X   |         |      |         |            |
| Muros/Alambrados/Portões                                    |       |     | X       |      |         |            |
| Paisagismo                                                  |       |     |         | X    |         |            |
| Paredes (considere estrutura e não pintura)                 |       | X   |         |      |         |            |
| Pavimentação (calçamentos e áreas de circulação)            |       |     |         | X    |         |            |
| Pinturas (interna e externa)                                |       | X   |         |      |         |            |
| Pisos (considere os pisos dos ambientes)                    |       |     | X       |      |         |            |
| Revestimentos (paredes revestidas de cerâmica)              |       | X   |         |      |         |            |
| Rodapés, soleiras, peitoris, beiral                         |       | X   |         |      |         |            |

| Urbanização (mesas e bancos externos, sala ambiental, etc) |  | X                                       |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------|--|--|--|--|
| CONCEITO                                                   |  | CRITÉRIOS                               |  |  |  |  |
| PÉSSIMO                                                    |  | 76% a 100% encontram-se com problemas   |  |  |  |  |
| RUIM                                                       |  | 51% a 75% encontram-se com problemas    |  |  |  |  |
| REGULAR                                                    |  | 26% a 50% encontram-se com problemas    |  |  |  |  |
| BOM                                                        |  | Até 25% encontra-se com problemas       |  |  |  |  |
| ÓTIMO                                                      |  | Nenhuma parte encontra-se com problemas |  |  |  |  |

Fonte: Secretaria de Estado da Educação (2016) - adaptado.

Analizando o formulário de avaliação, pode-se chegar à conclusão que a situação do colégio em geral encontra-se em boas condições, no tocante ao conceito ruim e péssimo é preciso que ocorram as manutenções devidas para o perfeito funcionamento dos elementos.

O item de suma importância para o bom funcionamento do colégio, que são as instalações hidráulicas, estão em condições irregulares, pois conforme relatos dos usuários, a edificação precisa de mais ponto esgotos e ralos para que a água da limpeza seja escoada nos corredores dos pavimentos, pois a falta dos mesmos acaba causando transtornos aos usuários.

Analizado o estudo do caso, foi verificado que a entrada do colégio encontra-se com a calçada em mau estado de conservação, faltando manutenção no paisagismo. Já na parte interna, o guarda-corpo, que se estende por todo o colégio, se depara com muitos pontos de oxidação

O uso indevido da edificação e o tempo em que a manifestação está exposta, fazem com que um problema simples e de baixo custo para a reparação se torne grave e mais oneroso. Por essa razão é de suma importância a manutenção periódica na estrutura, pois as edificações em geral não são eternas, elas possuem vida útil e foram dimensionadas para um fim específico.

#### 4.3 FREQUÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A partir dos levantamentos realizados das manifestações patológicas existentes na edificação, pode-se efetuar a tabulação dos dados para verificar a manifestação patológica de maior recorrência. Para tabulação destes dados, foram levadas as seguintes questões em consideração (PAGANIN, 2014):

- Cada sala de aula representa 01 (uma) unidade;
- O *hall* e corredor representam 01 (uma) unidade para cada pavimento;
- Cada conjunto de 03 (três) sanitários, masculino, feminino e de deficientes, representa uma unidade para cada pavimento;
- O auditório representa 01 (uma) unidade;
- Cada escada e rampa representam 01 (uma) unidade para cada pavimento;
- A biblioteca representa 01 (uma) unidade;
- A tesouraria representa 01 (uma) unidade;
- O refeitório representa 01 (uma) unidade;

Com as considerações tomadas, conforme descrição acima, adotou-se para a edificação um número de 57 unidades, assim é apresentado na Figura 44, o gráfico que numera as recorrências das patologias levantadas.

**Figura 44:** Gráfico de frequência das manifestações patológicas encontradas.



Fonte: Autor, 2018.

Com estes resultados obtidos, observa-se que 63% das unidades estão com problemas em relação a fissuras em paredes e outros 15% são de fissuras em laje, porém esta patologia não representa um grande risco para a estrutura e pouco impacto estético.

Outros 10% das unidades apresentam problemas relacionados à infiltração, que trazem junto à patologia os problemas como bolor, fungos, gerando surgimento de novas

fissuras e aumentando relativamente com o tempo as manifestações já encontradas desta tipologia.

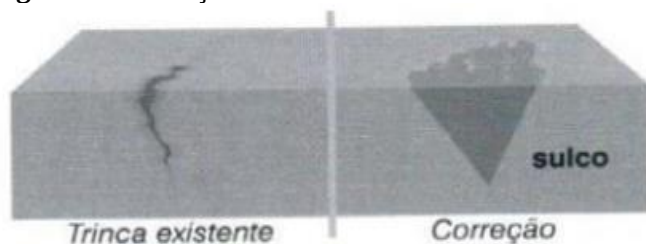
Com 6% as unidades apresentam a oxidação dos guarda corpos e eflorescência, que não possuem grandes riscos, mas geram um grande impacto estético.

#### 4.3.1 Método para recuperação de fissuras

Segundo Thomaz (1989), a execução da restauração das fissuras só deve ser realizada após as devidas verificações e redução ou eliminação dos agentes causadores da patologia. Dessa forma, os reparos definitivos deverão ser projetados, depois que todas as medidas preventivas necessárias para estabilização do mecanismo que provocou a fissura forem eliminadas ou minimizadas.

Para a recuperação deste tipo de fissura, indica-se aguardar a estabilização do problema e após isso, promover a abertura da espessura em formato “V”, conhecida também como “abre trincas” e a aplicação de um mástique especial à base d’água, desenvolvido especialmente para o tratamento de trincas, fissuras e juntas de dilatação, observada no Figura 45.

**Figura 45:** Correção de fissuras e trincas.



Fonte: Manual Técnico: Recuperação de Estruturas - VEDACIT, 2014.

Passadas 24 horas, pode-se realizar a segunda demão de selante acrílico. Esse intervalo é importante para que a primeira demão cure e assim, a segunda faça a regularização da camada. Posteriormente, aplicam-se cinco a seis demãos de pintura 100% acrílica (SAHADE, 2005).

## 5. CAPÍTULO 5

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando contribuir com a melhoria da qualidade das obras públicas, este trabalho abordou a ocorrência e a origem de manifestações patológicas em obra de escola pública do Estado do Paraná. O cumprimento do objetivo principal deste trabalho - a identificação das manifestações patológicas e suas origens - possibilitará que a administração pública tome as medidas adequadas para a correção dos problemas e adote procedimentos profiláticos.

A patologia mais encontrada foram as fissuras 63% em paredes e 15% em laje que muitas vezes demonstram a falta de cuidado na elaboração do projeto e execução.

Com base nesta pesquisa pôde-se verificar que as manifestações patológicas aparentes existentes possuem grau de risco mínimo para edificação, o que em geral esses problemas causam maior impacto estético em desfavor da edificação e geram desconforto aos usuários, mas não causam grandes danos estruturais. Porém, se não for realizada a manutenção desses problemas, os mesmos podem evoluir e causar danos à saúde e até mesmo danos físicos aos usuários da edificação, como por exemplo, o caso de muro encontrado com fissuras e trincas.

Visto isso, a inspeção visual é um processo simples de aplicar e é de suma importância para identificar as anomalias, porém fornece muitas informações que possibilitam verificar o estado de conservação e a identificação de manifestações patológicas, bem como suas possíveis causas, para que sejam tratadas, evitando-se assim maiores danos à edificação e maiores transtornos aos usuários.

Por meio das análises realizadas, pode-se afirmar que a maioria dos danos que ocorreram poderiam ser minimizados caso houvesse maior adoção de uma fiscalização mais efetiva, maior grau de exigência para as empresas responsáveis pelos projetos e a elaboração de um manual de utilização e operação das edificações. Estas são as medidas que certamente contribuirão eficazmente para a melhoria da qualidade das obras públicas de escolas do Paraná.

## **6. CAPÍTULO 6**

### **6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Para trabalhos futuros sugerem-se alguns temas que se destacaram durante a realização deste, como:

1. Levantamento dos custos totais para reparação das patologias;
2. Comparação do custo do método adotado com outros métodos possíveis;
3. Estudo aprofundado do aparecimento de fissuras e trincas em obras públicas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ABIKO, A. K; ORNSTEIN, S. W. **Inserção urbana e avaliação pós-ocupação (APO) da habitação de interesse social**. São Paulo: FAUUSP, 2002. (ColetâneaHabitare/FINEP, 1) 373p.

AZEVEDO, Minos Trocoli. et al. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. (São Paulo: Ibracon, 2011. 1902)p, v.2.

CAMADURO JR, Ismael W; ZATT, Patrícia J. R. **Um estudo sobre fissuras em concreto armado**. Maringá, PR. 6p. Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura de Maringá. Maringá, 2000.

CASOTTI, Denis Eduardo. **Causas e Recuperação de Fissuras em Alvenaria**. 2007. TCC – Curso de Engenharia Civil da Universidade de São Francisco, USF, Itatiba, SP.

CASTRO, U. R. **Importância da manutenção predial preventivas e as ferramentas para sua execução**. Minas Gerais, MG, 2007. Monografia de conclusão de curso Especialização) - título de especialista em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

CONSOLI, N. C.; MILITITSKY, J.; SCHINAID, F. **Patologias das Fundações**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2005. 191p.

DUARTE, R. B. Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre: CIENTEC, 1998. Boletim Técnico n. 25.

FONSECA, J. B. **Patologias Geradas por Vícios na Construção Civil**. Florianópolis - SC. Disponível em: < file:///C:/Users/GUSTAVO/Downloads/75-61-1-PB.pdf>. Acesso em: 20 agosto de 2017.

FREIRE, Altair. **Patologia nas Edificações Públicas do Estado do Paraná: Estudo de Caso da Unidade Escolar Padrão 023 da Superintendência de Desenvolvimento Escolar – Saúde**. 2010. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. **Concreto: massa, estrutural, projetado e compactado com rolo – Ensaios e propriedades**. São Paulo, 1997.

G1-GLOBO. **Teto de escola desaba e deixa cinco estudantes feridos em Natal-RN**. 03 de agosto de 2017. Natal – RN. Disponível em: <http://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2016/08/estrutura-de-escola-desaba-e-deixa-estudantes-feridos-em-natal.html>>. Acesso em: 20 agosto de 2017.

GRANATO, J. E. **Patologia das fachadas revestidas de cerâmica e granito. Patologia das construções**. 2005. Notas de aula.

GENTIL, V. **Corrosão**. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

HARRIS, Samuel Y. **Building Pathology: Deterioration, Diagnostics, and Intervention**. New York : John Wiley & Sons : 2001.

HEERDT, G. B.; PIO, V. M.; BLEICHVEL, N. C. T. **Principais patologias na construção civil**. 2016. TCC – Curso de Engenharia Civil da Faculdade Metropolitana de Rio do Sul, SC.

HELENE, P. R. L. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto**. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001

HELENE, Paulo; et al. **Manual de Reabilitação de Estruturas de Concreto: Reparo, Reforço e Proteção**. Red Rehabilitar Editores, São Paulo, 2003.

\_\_\_\_\_. **Manual para reparo, reforço e proteção das estruturas de concreto**. Editora Pini, São Paulo, 1992.

HIRT, Bruno Franciso. **Manifestações patológicas em obras de escolas públicas estaduais do Paraná**. 2014. Pós-Graduação em Tecnologia Especialização em Patologias das Construções na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, PR.

LIMA, Antonio Carlos da Silva. **Manifestações Patológicas Nas Edificações Escolares Da Rede Municipal De Criciúma: Levantamento e Análise Sobre a Recorrência**. 2010. TCC – Curso de Engenharia Civil da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, SC.

MARCONDES, Carlos Gustavo N.. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. Techne, São Paulo, v. 174, n. 10, p.1-3, set. 2011, Pg 16.

MAGALHÃES. E. F. **Fissuras em alvenarias: Configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 180 f.. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

OLIVEIRA, Alexandre Magno. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2013. Monografia – Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, MG.

PAGANIN, R. **Estudo de caso: levantamento das manifestações patológicas aparentes existentes em uma Universidade de Cascavel - PR**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel – PR, 2014.

PINA, Gregório Lobo de. **Patologia nas habitações populares**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006577.pdf>>. Acesso em: 20 agosto de 2017.

POLITO, G. **Principais sistemas de pinturas e suas patologias**. 2006. 66p. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, UFMG. 2010.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. São Paulo: Pini, 1996. 168 p.

SAHADE, R, F. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação**, 2005. Dissertação (Mestre em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.

SOTILLE, M. A. **A ferramenta GUT – Gravidade, Urgência e Tendência**. PM Tech Capacitação em projetos, 2014.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomas. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. Editora Pini, São Paulo, 1998.

TAGUCHI, Mário Koji. **Avaliação e Qualificação das Patologias das Alvenarias de Vedação nas Edificações**. 2010. Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil na Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, PR.

THOMAZ, Eduardo. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989, Pg 04.

WENDT, Vanessa. **Estudo de caso: Interdição devido às manifestações patológicas aparentes em uma obra na cidade de Cascavel - PR**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel – PR, 2017.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani, **Patologias da construção civil: investigação patológicas em edifício corporativo de administração publica no vale do Taquari/RS**. 2015. TCC – Curso de Engenharia Civil de Univates, Lajeados, SC.