

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

SUZANE PESSOTTO

VINÍCIUS GUSTAVO FIORENTIN

**TRINCAS, FISSURAS E PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADE EM
INSTITUIÇÕES DE ENSINO DA CIDADE DE TOLEDO/PR**

**CASCADEL - PR
2016**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

SUZANE PESSOTTO

VINÍCIUS GUSTAVO FIORENTIN

**TRINCAS, FISSURAS E PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADE EM
INSTITUIÇÕES DE ENSINO NA CIDADE DE TOLEDO/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.

Professor Orientador: Eng. Civil Esp. Ricardo Paganin

**CASCADEL - PR
2016**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

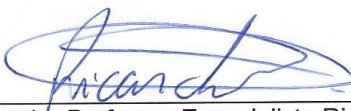
SUZANE PESSOTTO

VINÍCIUS GUSTAVO FIORENTIN

**TRINCAS, FISSURAS E PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UMIDADE EM
INSTITUIÇÕES DE ENSINO NA CIDADE DE TOLEDO/PR**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG,
como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob
orientação do Professor Engenheiro Civil Especialista Ricardo Paganin

BANCA EXAMINADORA



Orientador Professor Especialista Ricardo Paganin
Centro Universitário FAG
Engenheiro Civil



Professora Especialista Lisandra Dutra Pogli Brenner
Centro Universitário FAG
Arquiteta e Urbanista



Professor Especialista Marcos Martini
Centro Universitário FAG
Engenheiro Agrícola

Cascavel, 26 de Outubro de 2016.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

Aos nossos pais.

Aos nossos familiares e amigos.

A todos os professores do Curso de Engenharia Civil, em especial ao nosso orientador Ricardo Paganin.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos apoiaram durante essa trajetória.

RESUMO

Nos últimos anos, houve uma crescente demanda de serviços relacionados à construção civil, gerando uma escassez de mão de obra qualificada. Para tanto, fez-se necessária a abertura de novas indústrias, tendo em vista a grande demanda por materiais. Nesse contexto, com o crescimento do setor, os benefícios à sociedade foram notáveis, cita-se principalmente, o aquecimento do mercado financeiro e o enorme número de empregos gerados. Contudo, malefícios provieram dessa mudança de mercado, tal como a má qualidade da mão de obra e dos materiais empregados nas edificações, os quais causaram patologias, que podem apresentar desde problemas meramente estéticos até graves problemas estruturais nas edificações. Portanto é de grande importância que estas falhas construtivas sejam levantadas e corrigidas, levando em consideração que sua recuperação seja economicamente viável e tecnicamente exequível, para tanto se necessita caracterizar as causas dos problemas e definir a melhor forma de resolvê-los. O trabalho ora apresentado busca fazer uma análise das principais manifestações de trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade em duas instituições de ensino da cidade de Toledo/PR, sendo uma de ensino público e outra privada, tendo por base a identificação do problema, causa e as possíveis soluções a serem adotadas como método corretivo. Foram levantadas *in loco* trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade aparentes manifestadas nas duas instituições de ensino, juntamente com verificações bibliográficas e especificações técnicas. O resultado deste trabalho foi encontrar as causas de tais manifestações patológicas sendo assim possível comparar fatos, manutenções já realizadas e sugerir soluções para tais problemas encontrados. Através do levantamento, pode-se perceber que a quantidade de trincas e fissuras é extremamente maior que as patologias causadas pela umidade, somando ambas totalizaram 85% das manifestações encontradas, porém sem riscos de segurança aos usuários das edificações.

Palavras-chave: Patologia; Causas; Recuperação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Origens dos problemas patológicos	12
Figura 2: Fissura provocadas por variações térmicas e de umidade.....	18
Figura 3: Fissura provocadas por variações térmicas e de umidade.....	18
Figura 4: Fissura vertical acompanhando as juntas de argamassa	19
Figura 5: Fissura através da alvenaria	19
Figura 6: Fissura causada por movimentação higroscópica.....	20
Figura 7: Fissura horizontal na base da alvenaria devido umidade do solo.....	21
Figura 8: Destacamento horizontal no topo do muro	21
Figura 9: Fissura vertical na alvenaria causada por sobrecarga	22
Figura 10: Fissura horizontal na alvenaria causada pela sobrecarga.....	22
Figura 11: Fissura causada pela atuação de sobrecarga localizada	22
Figura 12: Fissuras por deformidade excessiva das estruturas	24
Figura 13: Fissura por deformidade excessiva das estruturas.....	24
Figura 14: Fissura por deformidade excessiva das estruturas.....	24
Figura 15: Fissura por fundação contínua solicitada por carregamento desbalanceado.....	24
Figura 16: Fissuras por recalques diferenciais das fundações.....	25
Figura 17: Fissuras por recalques diferenciais das fundações	25
Figura 18: Fissuras por recalques diferenciais das fundações.....	25
Figura 19: Fissuras por recalques diferenciais das fundações.....	25
Figura 20: Fissuras por retração de produtos à base de ligantes	26
Figura 21: Fissuras por retração de produtos à base de ligantes	26
Figura 22: Fissuras por alterações químicas de materiais de construção	27
Figura 23: Fissuras por alterações químicas de materiais de construção	27
Figura 24: Origens da umidade nas edificações.....	29
Figura 25: Localização da Instituição Pública	35
Figura 26: Fachada da Edificação Pública	35
Figura 27: Localização da Instituição Privada	36
Figura 28: Fachada da Edificação Privada.....	36
Figura 29: Trinca vertical e fissura na alvenaria	40
Figura 30: Trincas e fissuras na parede externa do banheiro	41
Figura 31: Trinca sobre abertura	42

Figura 32: Trinca na cabeça do pilar	43
Figura 33: Fissura vertical entre elementos estruturais	43
Figura 34: Fissura diagonal na parede	44
Figura 35: Trinca sobre aberturas.....	45
Figura 36: Trinca horizontal na arquibancada da quadra.....	45
Figura 37: Descolamento do revestimento.....	46
Figura 38: Retração da argamassa do revestimento	47
Figura 39: Esmagamento da base do Pilar	48
Figura 40: Manchas na laje do banheiro	48
Figura 41: Fenda na parede do depósito	50
Figura 42: Eflorescência no muro	51
Figura 43: Incidência das patologias na Instituição Pública	52
Figura 44: Mapeamento de trincas e fissuras.....	53
Figura 45: Trinca diagonal na parede do ginásio	54
Figura 46: Trincas e fissuras sobre aberturas.....	54
Figura 47: Trinca entre alvenaria a pilar.....	55
Figura 48: Trinca no encontro de elementos estruturais.....	56
Figura 49: Trincas no piso.....	57
Figura 50: Trinca horizontal devido vibrações	57
Figura 51: Manchas de umidade na laje do corredor.....	58
Figura 52: Infiltração no forro.....	59
Figura 53: Manchas na mureta da quadra	59
Figura 54: Fenda no concreto	60
Figura 55: Incidência de patologias na Instituição Privada	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela para levantamento dos problemas patológicos.....	37
Tabela 2 - Incidência das patologias na Instituição Pública	51
Tabela 3 - Incidência de patologias por ambientes da Instituição Pública	52
Tabela 4 - Incidência das patologias na Instituição Privada	61
Tabela 5 - Incidência de patologias por ambientes na Instituição Privada	61

SUMÁRIO

1. CAPÍTULO 1.....	9
1.1. INTRODUÇÃO.....	9
1.2. OBJETIVOS.....	10
1.2.1. Objetivo Geral	10
1.2.2. Objetivos Específicos.....	10
1.3. JUSTIFICATIVA	11
1.4. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	11
1.5. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	12
2. CAPÍTULO 2.....	13
2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1.1. Patologias na Construção Civil	13
2.1.1.1. Patologias Decorrentes de Erro de Projeto	15
2.1.1.2. Patologias Decorrentes da Execução.....	15
2.1.1.3. Patologias Decorrentes dos Materiais	16
2.1.1.4. Patologias decorrentes do Uso	17
2.1.2. Trincas e Fissuras	17
2.1.3. Causas e Manifestações das Trincas e Fissuras.....	19
2.1.3.1. Movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade.....	19
2.1.3.2. Atuação de sobrecargas ou concentrações de tensões.....	23
2.1.3.3. Recalques diferenciais das fundações.....	25
2.1.3.4. Retração de produtos à base de ligantes hidráulicos.	26
2.1.3.5. Alterações químicas de materiais de construção.....	27
2.1.4 Patologias causadas pela Umidade	29
2.1.4.1 As Origens da Umidade.....	29
2.1.4.2 Umidade por Capilaridade	30
2.1.4.3 Umidade Proveniente da Atmosfera.....	30
2.1.4.4 Umidade Proveniente da Execução da Construção.....	31
2.1.4.5 Umidade Proveniente de Vazamentos.....	31
2.1.5 Causas e manifestações das Principais Patologias Causadas pela Umidade.....	31
2.1.5.1 Eflorescência.....	31
2.1.5.2 Criptoflorescência	32

2.1.5.3	Bolor	32
2.1.5.4	Corrosão	33
2.1.5.5	Descolamento	33
3.	CAPÍTULO 3.....	34
3.1.	METODOLOGIA	34
3.1.1.	Tipo de estudo e local da pesquisa	34
3.1.2.	Caracterização da amostra.....	34
3.1.3.	Coleta de dados.....	37
3.1.4.	Análise dos dados	38
4.	CAPÍTULO 4.....	39
4.1.	ANÁLISE E LEVANTAMENTO DOS DADOS	39
4.1.1.	Análise das Patologias da Instituição Pública	39
4.1.1.1.	Caso 1: Trincas e Fissuras	39
4.1.1.2.	Caso 2: Descolamento	45
4.1.1.3.	Caso 3: Manchas devido a Umidade	47
4.1.1.4.	Caso 4: Fenda.....	48
4.1.1.5.	Caso 5: Eflorescência	49
4.1.2.	Análise da Incidência Patológica na Instituição Pública	49
4.1.3.	Análise das Patologias da Instituição Privada.....	51
4.1.3.1.	Caso 1: Trincas e Fissuras	51
4.1.3.2.	Caso 2: Manchas devido a Umidade	56
4.1.3.3.	Caso 3: Fendas	58
4.1.4.	Análise da Incidência Patológica na Instituição Privada	58
5.	CAPÍTULO 5.....	61
5.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
6.	CAPÍTULO 6.....	62
6.1.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1. CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUÇÃO

A patologia é o segmento da engenharia que estuda as causas, origens e natureza das falhas que podem surgir em uma construção. As causas para ocorrência de patologias nas edificações podem ser diversas. Em sua maioria, atribui-se essa ocorrência a falhas de projeto, de execução ou falta de manutenção, que acabam comprometendo o desempenho das construções.

Atualmente, a maioria das edificações, independentemente de sua idade e finalidade, tem sido afetada por algum problema patológico. Particularmente, as mais relevantes são as trincas, as fissuras e patologias causadas pela umidade, as quais são motivo de grandes polêmicas teóricas e de infundáveis demandas judiciais. Ademais, podem causar comprometimento da obra como também, em alguns casos, certo constrangimento psicológico aos usuários.

Contudo, devido ao acelerado crescimento da construção civil, falhas construtivas tornaram-se frequentes nas edificações e, é importante permitir o diagnóstico baseado em conhecimentos científicos e suas respectivas causas.

Conforme Verçoza (1991), as características construtivas modernas favorecem muito o aparecimento de patologias nas edificações. A procura de construções que sejam realizadas com o máximo de economia, reduzindo assim o excesso de segurança, em função do conhecimento mais aperfeiçoado e aprofundado dos materiais e métodos construtivos, o que pode ser um dos motivos do surgimento de patologias.

Segundo Thomaz (1989), muitas vezes, os problemas patológicos podem começar a surgir, de forma congênita, no projeto arquitetônico da construção, porém muito pode ser feito para minimizá-lo pelo simples fato dos profissionais reconhecerem que as movimentações dos materiais e componentes das edificações civis são inevitáveis. Desse modo, evita-se o constrangimento e futuro agravamento, uma vez que essas patologias além de desconforto podem causar sérios problemas estruturais comprometendo a edificação.

Para Waldhelm (2014), identificar, avaliar e diagnosticar as patologias das edificações consiste em tarefas que necessitam ser feitas periodicamente para que as

informações sobre as causas de ocorrências e manifestações possam ser disseminadas aos profissionais do setor da construção, afim de que estas incidências sejam minimizadas.

Todavia, a busca da qualidade nas construções é grande, visto que os problemas podem ser evitados ou corrigidos quando se identifica a causa. Por isso, percebe-se a importância de um estudo referente às patologias apresentadas na edificação, buscando contribuir de forma técnica e econômica para evitar o surgimento de novos vícios construtivos, preservando assim, a funcionalidade e, sobretudo, a segurança do ambiente.

O presente trabalho apresenta, através de coleta de dados e estudo de caso, as trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade, suas possíveis causas e soluções, em duas instituições de ensino, sendo uma particular e outra pública, ambas na cidade de Toledo-PR, além de um comparativo das patologias surgidas entre as duas instituições.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Levantar trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade existentes em duas instituições de ensino, sendo uma pública e uma privada, ambas localizadas na cidade de Toledo – PR.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar as principais manifestações de trincas e fissuras e patologias causadas pela umidade;
- Levantar as possíveis causas das patologias encontradas;
- Indicar o método de recuperação das falhas.

1.3. JUSTIFICATIVA

As patologias em construções têm sido um grande problema nos últimos tempos, vindo a ser muito frequente seu aparecimento. A mão de obra desqualificada, a falta de manutenção e o tempo são fatores que contribuem para o aparecimento destas situações. Também como agravante tem-se, em alguns casos, a falta de verba e planejamento para manutenção, fazendo com que não seja evitada ou corrigida a anomalia no seu início, acarretando deterioração precoce das obras.

No entanto, muitas vezes, o critério qualidade é relegado a um segundo plano e a edificação vem a apresentar inúmeras não conformidades e patologias, as quais podem comprometer os quesitos de durabilidade, conforto, segurança e desempenho.

Nesse sentido, a identificação dos problemas patológicos, trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade, das construções a serem analisadas é de grande importância, visto que há um grande fluxo de crianças e adolescentes, bem porque, o local é destinado à rede de ensino. A escola particular oferece ensino do maternal ao ensino médio, somando 1.100 (Um mil e cem) alunos. Em contrapartida, a escola pública oferece ensino do fundamental ao ensino médio, contando com 1.385 (Um mil trezentos e oitenta e cinco alunos). Ambos são referência em qualidade na cidade de Toledo/PR.

Nesse contexto, este trabalho busca identificar as patologias aparentes ocorrentes nas edificações, abrangendo trincas, fissuras e problemas causados pela umidade, investigando suas manifestações para apontar as causas e propor medidas corretivas. Além disso, é apresentado um comparativo entre as duas instituições, quanto a quantidade de incidência de patologias.

1.4. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são as prováveis causas aparentes das trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade existentes nas edificações em estudo?

1.5. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi limitada ao levantamento e estudo das trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade existentes em duas instituições de ensino localizadas na cidade de Toledo/PR. Foi realizado o estudo em toda a edificação, compreendendo 8.539,97m² de construção da escola particular e 2.847,17m² da escola pública. A estrutura física interna e externa, como salas de aula, laboratórios, salas administrativas, banheiros, cantinas, quadras poliesportivos e auditórios, para verificar a existência de manifestação patológica.

Limita-se à pesquisa o levantamento de trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade, as quais podem ser perceptíveis por qualquer usuário do local e que pode causar certo desconforto e insegurança para os mesmos. Restringe-se à pesquisa, um estudo referente aos tipos, as causas e as correções encontradas das trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade, bem como, um comparativo entre as duas instituições de ensino.

2. CAPÍTULO 2

2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1. Patologias na Construção Civil

O setor da construção civil é um dos mais importantes alicerces econômicos do país. Devido à grande competição no mercado imobiliário e à consequente necessidade de se executar obras em prazos cada vez menores, é muito frequente a ocorrência de falhas de planejamento. Aliada à falta de mão de obra qualificada e ainda à deficiência da manutenção preventiva, surgem as patologias nas edificações e podem diminuir a vida útil, apesar de no Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas estabelecer critérios mínimos que devem ser cumpridos na construção civil.

De acordo com a definição dada pelo portal Wikipédia, a palavra patologia é derivada do grego de *pathos*, que significa sofrimento, doença, e de *logia*, que é ciência, estudo. Comumente, vem se usando o termo patologia das construções, em analogia às enfermidades da medicina.

A ocorrência de patologias nas edificações é mais comum do que se imagina, podem estar presentes em várias etapas e elementos da construção e se manifestam durante e depois da efetiva construção e se localizam na fundação, pilares, vigas, lajes, cobertura, alvenaria, pintura, revestimentos argamassados, entre outras.

Para Bauer (1997) *apud* Sgarioni (2015), as patologias podem ser classificadas quanto a sua origem em:

- *Congênitas*: São aquelas originárias da fase de projeto, em função da não observância das Normas Técnicas, ou de erros e omissões dos profissionais, que resultam em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos. Causam em torno de 40% das avarias registradas em edificações.
- *Construtivas*: Sua origem está relacionada à fase de execução da obra, resultante do emprego de mão de obra despreparada, produtos não certificados e ausência de metodologia para assentamento das peças que, segundo pesquisas mundiais, são responsáveis por 25% das anomalias em edificações.

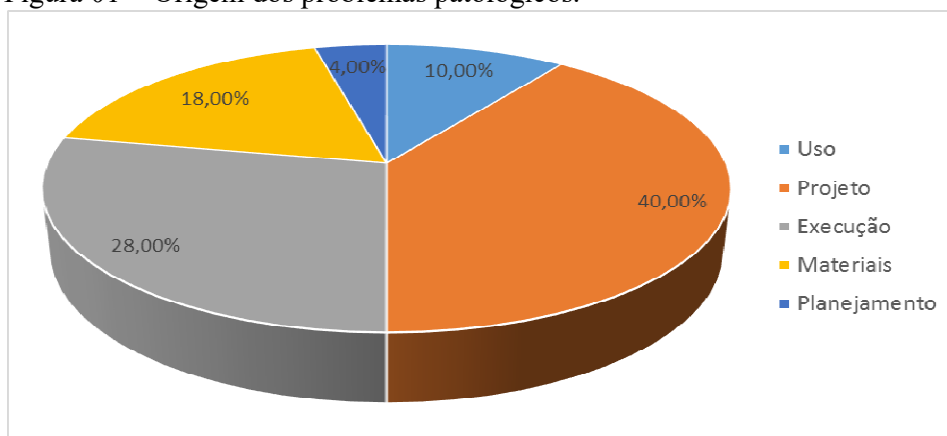
- *Adquiridas:* Ocorrem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, ou decorrentes da ação humana, em função de manutenção inadequada ou realização de interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico.

- *Acidentais:* Caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum, como a ação da chuva com ventos de intensidade superior ao normal, recalques e, até mesmo, incêndios.

Sobretudo, as patologias podem ocorrer devido à falha no projeto, erros construtivos, ou indevida utilização, sendo a principal, a falta de manutenção preventiva da edificação. Para Ripper e Souza (1998), a ocorrência dos problemas patológicos nas edificações ocasiona uma redução de sua vida útil, que está diretamente relacionada ao desempenho dos materiais ou componentes da edificação. Segundo ele, a origem dos custos e dificuldades técnicas para a recuperação de falhas está na fase de concepção e de projeto. Tais falhas aumentam no decorrer da construção da estrutura. Assim, após o término da obra, as falhas oriundas da etapa de concepção tornarão o imóvel muito mais caro do que um erro que possa aparecer devido à má utilização das dependências no processo final da construção.

A Figura 01 apresenta a origem das patologias de acordo com Grunau (1981) *apud* Helene (1992):

Figura 01 – Origem dos problemas patológicos.



Fonte: GRUNAU, 1988 *apud* HELENE, 1992 – adaptado pelos autores.

Segundo o gráfico, observa-se que as falhas em projetos correspondem a 40 % das origens de patologias de edificações, tendo como segunda maior causadora de patologias, as falhas de execução que contribuem com 28%, seguido pela aplicação de materiais com 18%.

A má utilização da edificação é causa de 10% das patologias e a falta de planejamento da construção causa 4 %.

2.1.1.1. Patologias Decorrentes de Erro de Projeto

As patologias decorrentes de erros de projeto compreendem operações de construção que foram mal executadas por falta de detalhamento, omissões ou equívocos de projeto, relativo aos materiais e/ou técnicas construtivas (THOMAZ, 1989).

Segundo Ripper e Souza (1998), os problemas com origem em um estudo preliminar com informações insuficientes, ou até mesmo de anteprojetos equivocados, são responsáveis, mormente, por encarecer os processos construtivos, ou por gerar transtornos relacionados à utilização da obra, enquanto as falhas geradas durante a realização do projeto final de engenharia, geralmente, são as responsáveis pela implantação de problemas patológicos sérios e podem ser tão diversos como:

- A inadequação dos elementos (pela má definição das ações atuantes ou da combinação mais desfavorável das mesmas, escolha incorreta do modelo analítico, deficiência nos cálculos das estruturas ou na avaliação da resistência do solo, entre outros.);
- A falta de interface entre projetos de estrutura e arquitetura, bem como com os demais projetos complementares;
- Inadequação na especificação dos materiais;
- Erro, insuficiência ou inexistência de detalhamentos em projetos;
- Falta de padronização das representações (convenções);
- Erros no dimensionamento dos elementos.

2.1.1.2. Patologias Decorrentes da Execução

De acordo com Ripper e Souza (1998), uma vez que foi iniciada a etapa de construção, diversos problemas podem ser gerados e pelos mais diversos motivos, pelas condições de trabalho (motivação e cuidados), mão de obra incapacitada, ausência de um

controle de qualidade eficiente ou sem o devido controle, materiais de má qualidade, irresponsabilidade técnica e até mesmo ocorrerem por sabotagens.

Para Helene (1992), embora seja lógico e ideal que se iniciem as atividades de execução somente após a conclusão do processo de concepção, isto raramente ocorre, sendo prática comum, o surgimento de adaptações ou mesmo de modificações grandiosas no projeto, já durante a construção do imóvel, sob a justificativa, normalmente não válida, de simplificar certos aspectos construtivos que, na maioria das vezes, contribuem para a ocorrência de maiores erros.

Ainda conforme Ripper e Souza (1998), erros que ocorreram nesta etapa são devidos basicamente, ao processo de produção, que é muito prejudicado por refletir de imediato, os problemas socioeconômicos, problemas que levam à contratação de equipes menos qualificadas para a execução como os serventes e os meio-oficiais; podendo ser até mesmo do pessoal que possui alguma qualificação profissional ou de compras de materiais de menor qualidade, sendo estas causas de sérios problemas patológicos.

2.1.1.3. Patologias Decorrentes dos Materiais

Patologias decorrentes de materiais, segundo Thomaz (1989), são elementos que independente da qualidade de seu projeto e/ou execução, encontram-se deteriorados, com erros de composição, defeitos ou inadequações na formulação do produto.

Segundo Ripper e Souza (1998), o surgimento dos sintomas de problemas patológicos nas edificações está relacionado à qualidade dos materiais e aos componentes empregados nas construções. As indústrias de materiais destinados à construção civil são, de modo geral, muito independentes e embora seus produtos se destinem a sanar as necessidades do mercado, há uma grande dificuldade na interação destes dois segmentos.

Ainda segundo o autor, poucos são os fabricantes que investem ou que tenham condições econômicas para investir em pesquisa para a compatibilização da concepção dos produtos às exigências técnicas. Isso torna comum a comercialização de materiais com controle de qualidade de produção falho que gerará, possivelmente, produtos deficientes e problemas de desempenho das edificações. Essas deficiências serão superadas somente com o estabelecimento de normas e de fiscalizações eficazes e com a concessão controlada de benefícios fiscais que incentivem as pesquisas na área.

2.1.1.4. Patologias decorrentes do Uso

Segundo Thomaz (1989), as patologias decorrentes do uso se referem aos elementos que foram prejudicados pela falta das atividades necessárias à garantia de seu desempenho satisfatório ao longo do tempo.

Desse modo, uma das formas de minimizar os problemas patológicos na fase de uso de uma edificação, é seguindo as recomendações de uso constantes no manual do usuário, o qual é fornecido pela empresa responsável pela construção da obra. O manual não é elaborado em linguagem técnica, ou seja, é desenvolvido para que qualquer usuário possa entender com facilidade a forma de uso e a manutenção do imóvel.

Para Ripper e Souza (1998), em alguns casos, a existência de um programa adequado de manutenção periódica pode evitar o surgimento de falhas graves e, em outros, a própria ruína da edificação. Atos como a limpeza e a impermeabilização de lajes de coberturas, marquises e piscinas são fatores que impedem a infiltração prolongada da água e o surgimento de sérios danos, por exemplo.

Ainda segundo o autor mencionado, depois de finalizadas as etapas de projeto e de execução, mesmo que tais etapas tenham sido feitas de forma adequada e com qualidade, as estruturas ainda podem vir a apresentar manifestações patológicas oriundas da utilização errônea, feita pelo próprio cliente que veio a utilizar tal edifício, podendo ser por ignorância ou desleixo, ou tais manifestações podem aparecer devido à falta de um programa de manutenção adequado.

2.1.2. Trincas e Fissuras

As anomalias de trincas e fissuras, que são rupturas que causam separação das placas, não podem ser generalizadas, bem porque nem todas são iguais. Pode-se dizer que um mesmo motivo pode provocar diversas configurações de trincas e, por outro lado, uma mesma configuração pode ser representativa de diversas causas.

As fissuras apresentam geralmente aberturas na superfície de um material. Usualmente, são de gravidade menor e superficial. Contudo, as trincas possuem abertura mais profunda e acentuada e podem afetar a segurança dos elementos estruturais. A posição

das trincas e fissuras em relação à peça estrutural, à abertura, à direção e sua forma de evolução (com relação à direção e à abertura), dão indicações das causas prováveis.

Segundo Vitório (1992), os problemas patológicos geralmente se manifestam de forma bem particular, que permite que um profissional experiente deduza a sua natureza, a origem e os mecanismos envolvidos, bem como as prováveis consequências. O autor estabeleceu a conceituação para as seguintes falhas:

- Fissura é a abertura visível em superfícies de qualquer material sólido, resultante da ruptura sutil de parte de sua massa com espessura de até 0,5mm.
- Trinca é a abertura em forma de linha que surge na superfície de qualquer material sólido, proveniente da ruptura de parte de sua massa com espessura entre 0,5mm e 1,00mm.

Conforme a NBR 9575/2003, tem-se ainda as rachaduras, que é uma abertura expressiva, proveniente de acentuada ruptura de massa, cuja espessura varia de 1,0mm a 1,5 mm e as Fendas, que são aberturas excessivas que causam a divisão de um elemento, neste caso a espessura é superior a 1,5mm.

Essas aberturas podem ou não se movimentar e as trincas que ainda se movimentam, alterando suas dimensões ao longo do tempo, são denominadas ativas. Por outro lado, as trincas já estabilizadas há tempos, em que não mais observamos alterações dimensionais, tanto na largura quanto na abertura ou forma, são denominadas passivas.

Para Ripper e Souza (2009), fissuras são manifestações patológicas comuns em estruturas de concreto. As causas e efeitos podem ser determinados através de análises da configuração, extensão e profundidade das aberturas. Com esta verificação, pode-se proceder com a classificação das mesmas, possibilitando a determinação das causas, consequentemente, delimitando uma maneira de recuperação ou de reforço.

De acordo com Thomaz (2002), as fissuras não são encontradas apenas em edificações mais antigas, mas também nas edificações, na maioria das vezes, por falha na execução. Elas são encontradas nas estruturas das edificações em revestimentos internos, externos, vedações e paredes. E consequentemente, de várias formas como fissuras horizontais, verticais, inclinadas, mapeadas e cada uma delas surge por alguma inadequação.

Para que seja possível determinar um método de reparo, é fundamental conhecer as causas de deterioração da estrutura. Ripper e Souza (2009) utilizam duas classificações para as causas de problemas patológicos:

- Causas intrínsecas: processos de deterioração de estruturas que têm origem em materiais e peças estruturais e ocorrem durante as fases de execução e/ou utilização das edificações, por falha humana, características do próprio concreto ou ações externas.

- Causas extrínsecas: são causas que independem do corpo estrutural em si, da composição do concreto e do processo de execução. São fatores externos que atacam o elemento durante as fases de execução e/ou ao longo de sua vida útil.

Segundo Thomaz (2002), os mecanismos de formação de trincas e fissuras, elemento cuja compreensão é substantiva para orientar as decisões referentes à recuperação de componentes trincados ou a adoção de medidas preventivas partem da elaboração de projetos e da especificação e do controle dos materiais e serviços.

2.1.3. Causas e Manifestações das Trincas e Fissuras

Segundo Thomaz (2002), os principais causadores de trincas e fissuras se resumem a seis fenômenos, os quais estão infracitados e detalhados.

2.1.3.1. Movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade

Segundo Thomaz (2002), os elementos e componentes de uma construção estão sujeitos a variações de temperatura, sazonais e diárias. Essas variações repercutem numa variação dimensional dos materiais de construção (dilatação ou contração). Os movimentos de dilatação e contração são restritos pelos diversos vínculos que envolvem os elementos e componentes, desenvolvendo-se nos materiais. Por este motivo, surgem tensões que poderão provocar o aparecimento de fissuras.

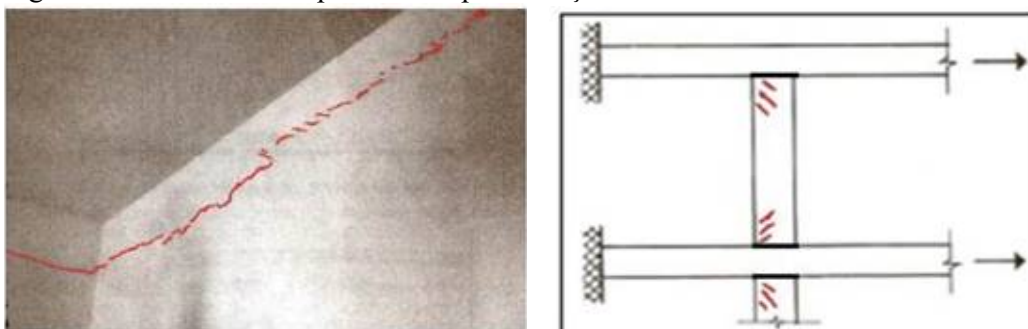
O autor ainda ressalta que a intensidade de variação dimensional para uma dada variação de temperatura, varia de material para material e que essas movimentações térmicas são, praticamente as mesmas em todas as direções e que as fissuras causadas por movimentações térmicas possuem diferentes configurações típicas, resumindo-se em fissuras horizontais, fissuras inclinadas e fissura tipicamente vertical.

Ainda de acordo com o autor, as fissuras horizontais que ocorrem próximo ao topo da parede são causadas devido às mudanças térmicas naturais a que as lajes de coberturas estão expostas. Essa configuração típica é provocada por movimentações variadas entre elementos horizontais e verticais, sendo que as patologias refletem em sua maioria nos elementos verticais, resultante da dilatação térmica da laje da cobertura.

Segundo Thomaz (1989), as movimentações térmicas estruturais ocorrem devido à insolação direta nas faces expostas das peças, nas quais as regiões mais solicitadas são os encontros entre vigas. As fissuras se apresentam ligeiramente inclinadas e, ocorrem principalmente, quando a estrutura não apresenta junta de dilatação, mas são raras às vezes em que esse tipo de fissura causa dano à estrutura.

As Figuras 02 e 03 ilustram a fissuração inclinada da parede e nas extremidades dos pilares com características ligeiramente inclinadas causadas pela movimentação térmica nas vigas.

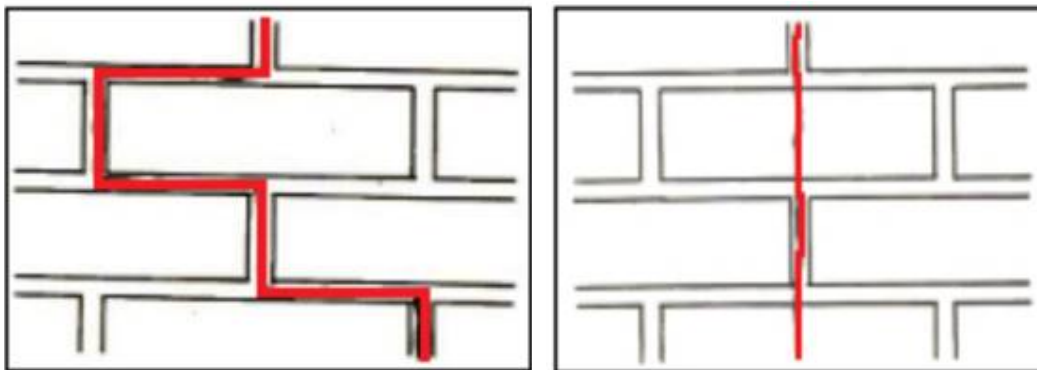
Figuras 02 e 03 – Fissura provocadas por variações térmicas e de umidade.



Fonte: Thomaz (2002).

O autor ainda aponta as fissuras que apresentam configuração tipicamente vertical ocasionada por movimentações térmicas em muros, que podem acompanhar as juntas de assentamento quando a resistência à tração dos componentes é superior à tração da junta de argamassa como se verifica ou podem se estender através dos componentes de alvenaria quando a resistência à tração dos componentes é igual ou superior à resistência da argamassa, como ilustrado nas Figuras 04 e 05.

Figuras 04 e 05 – Fissura vertical nas juntas de assentamento e fissura nos blocos cerâmicos.



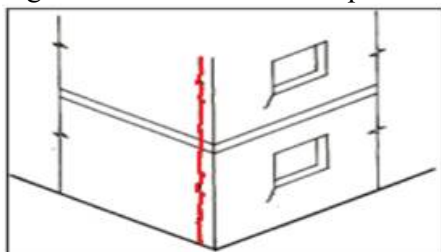
Fonte: Thomaz (2002).

Quanto à umidade, o autor diz que as movimentações higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção. O aumento do teor de umidade produz uma expansão do material enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração. No caso da existência de vínculos que impeçam ou restrinjam essas movimentações, poderão ocorrer fissuras nos elementos e componentes do sistema construtivo.

Ainda segundo o autor, os componentes de uma construção estão sujeitos à umidade por diversas vias, são elas: umidade resultante da produção dos componentes; umidade proveniente da execução da obra; umidade do ar ou proveniente de fenômenos meteorológico ou do solo. Ressalta ainda que as configurações típicas das fissuras provocadas por movimentações higroscópicas e por movimentação térmica são bastante semelhantes, mas o que as diferem são as propriedades higrotérmicas dos materiais e as amplitudes de variação da temperatura ou da umidade, que irão variar de material para material.

O autor afirma que as movimentações higroscópicas podem ser observadas pela manifestação de fissuras provocadas pela expansão de tijolos cerâmicos, como se pode observar na Figura 06, o fissuramento vertical da alvenaria devido à expansão dos tijolos por absorção de umidade.

Figura 06 – Fissura causada por movimentações higroscópica.



Fonte: Thomaz (2002).

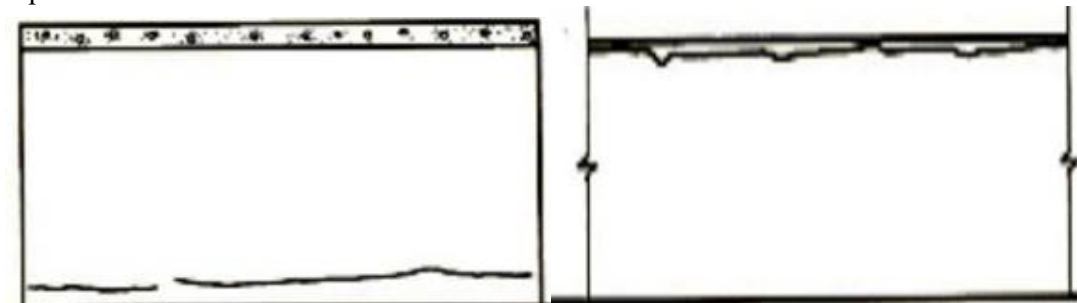
Thomaz (1989), relata estudo realizado com blocos de solo-cimento e constata o aparecimento de microfissuras em parede de blocos de uma obra que tinha mais de três meses de idade, que descarta as contrações de secagem como origem das microfissuras, pois as mesmas só surgiram após a ocorrência de chuvas. Portanto, concluiu-se que as fissuras foram ocasionadas pela brusca variação da umidade nos blocos provocando movimentações reversíveis.

O autor afirma que as fissuras causadas por higroscopicidade também podem surgir pelo contato direto entre os componentes de alvenaria e o solo no qual a impermeabilização do alicerce foi mal executada. Neste caso, a alvenaria absorve a umidade do solo provocando movimentações diferenciadas em relação às fiadas mais afastadas do solo que estão sujeitas à insolação direta e, conseqüentemente, à perda de água por evaporação, dando origem à fissura tipicamente horizontal na base da alvenaria.

Outro tipo de fissura horizontal, causada por higroscopicidade, ocorre no topo de muros, peitoris e platibandas. Segundo o autor citado, essa manifestação patológica acontece pela deficiência na proteção da alvenaria, cuja argamassa do topo absorve todo tipo de umidade (seja da água da chuva ou do orvalho) que ocasiona movimentações diferenciadas em relação ao corpo do muro.

Pode-se observar nas Figuras 07 e 08 os dois casos citados acima. destacamento da argamassa no topo do muro, causado pela absorção de umidade.

Figuras 07 e 08 – Fissura horizontal devido à umidade do solo e destacamento horizontal no topo do muro.



Fonte: Thomaz (2002).

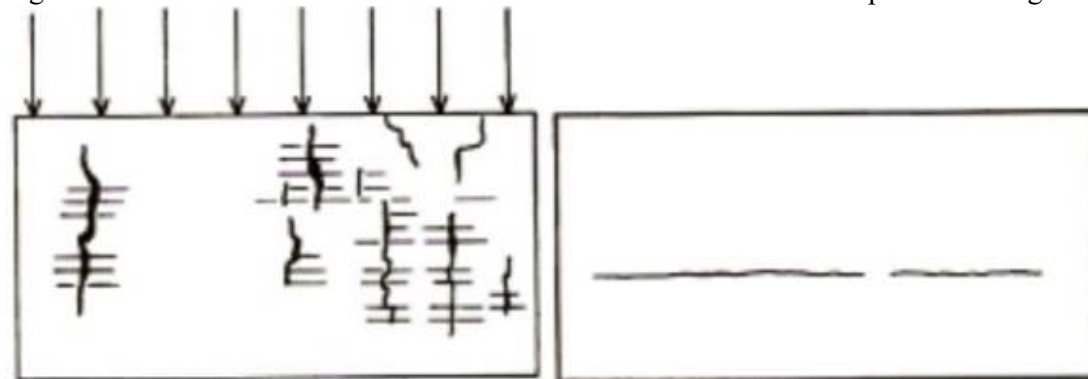
2.1.3.2. Atuação de sobrecargas ou concentrações de tensões

Conforme Thomaz (2002), a atuação de sobrecargas pode produzir a fissuração de componentes estruturais, tais como pilares, vigas e paredes. Essas sobrecargas atuantes podem ter sido consideradas no projeto estrutural, caso em que a falha decorre da execução da peça ou do próprio cálculo estrutural; como pode também, estar ocorrendo a solicitação da peça por uma sobrecarga superior à prevista.

Ainda de acordo com o autor, as alvenarias são as mais afetadas, compostas por elementos que apresentam diferentes comportamentos e, por isso, são introduzidas solicitações locais de flexão e tensões de tração nos tijolos, que pode provocar o fissuramento tipicamente vertical, conforme Figura 09.

Outro tipo característico de fissuramento que pode surgir pela atuação de sobrecarga, são as fissuras horizontais, provenientes da ruptura por compressão dos componentes de alvenaria, da argamassa de assentamento ou até mesmo de solicitações de flexo compressão, ser observado na Figura 10.

Figuras 09 e 10 – Fissuras verticais e horizontais na alvenaria causadas pela sobrecarga.

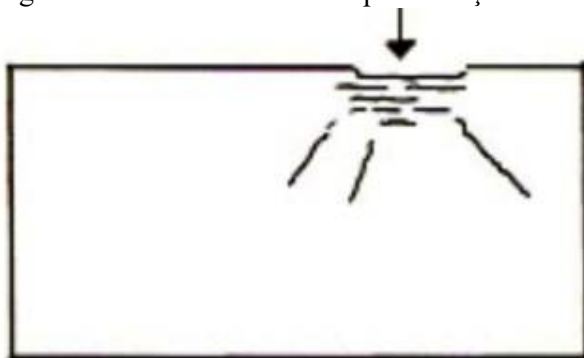


Fonte: Thomaz (1989).

Segundo o autor, ainda pode-se ter fissuras por sobrecarga de caracterização típica quando as cargas excessivas são distribuídas uniformemente, mas quando há concentração de sobrecarga as fissuras apresentam-se na forma inclinada no ponto de aplicação. Nesse caso, dependendo da resistência mecânica da alvenaria poderá ocasionar a ruptura dos componentes.

Na Figura 11, pode-se observar uma ruptura localizada e a propagação de fissuras no ponto de aplicação.

Figura 11 – Fissuras causadas pela atuação de sobrecarga localizada.



Fonte: Thomaz (1989).

1.1.1 Deformabilidade excessiva das estruturas

Com a evolução da tecnologia do concreto armado, as estruturas foram se tornando cada vez mais flexíveis e acabam tornando a análise mais cuidadosa das duas deformações e de suas respectivas consequências. De acordo com Thomaz (2002), as estruturas de concreto armado deformam-se naturalmente sob ação do peso próprio e ação das cargas permanentes, acidentais, ou quando sofrem retrações. Ocorrem também até mesmo através da deformação lenta do concreto, no entanto essas deformações podem acontecer sem que aja o comprometimento da estética, estabilidade e resistência da edificação, pois há um limite de flexão calculável pelos projetistas que as vigas e lajes admitem.

Ainda conforme o autor, as alvenarias, dentre os elementos que compõem uma edificação, são as mais suscetíveis às flechas de vigas e lajes. As de vedação que não possuem abertura de janelas e portas apresentam três configurações típicas de acordo com a deformação dos apoios:

- a) O componente de apoio deforma-se mais do que o componente superior.

Nesse caso, surgem trincas inclinadas nos cantos superiores das paredes, oriundas do carregamento não uniforme na viga superior, ocorrendo quando o comprimento da parede é superior à sua altura.

- b) O componente de apoio deforma-se menos que o componente superior.

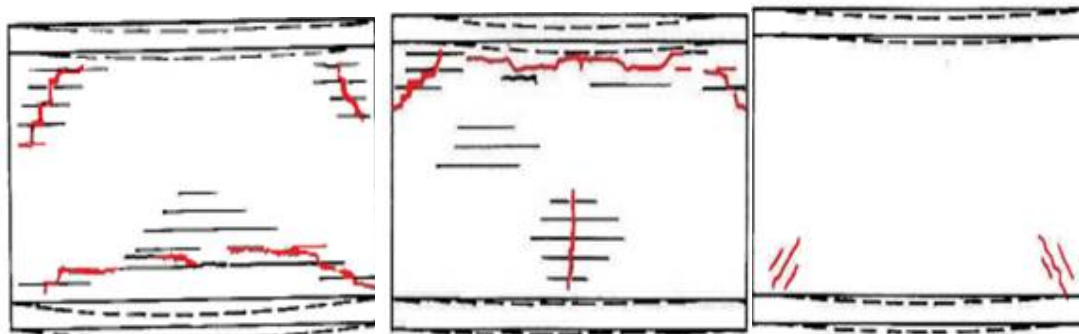
Nesse caso, em que o componente de apoio deforma-se menos que o componente superior a alvenaria comporta-se como a viga apresentando fissuras ramificadas presentes nas bordas tracionadas.

- c) O componente de apoio possui deformação aproximada a do componente superior.

Por fim, os componentes de apoio que possuem deformação aproximada ao componente superior, apresentam fissuras inclinadas nos vértices inferiores proveniente das tensões de cisalhamento.

As Figuras 12, 13 e 14 ilustram as três configurações das descritas.

Figuras 12, 13 e 14 – Fissuras por deformidade excessiva das estruturas.



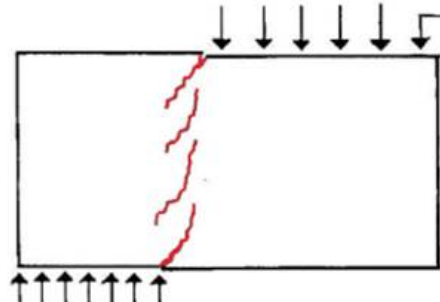
Fonte: Thomaz (2002).

2.1.3.3. Recalques diferenciais das fundações

Os solos são constituídos de partículas sólidas, entremeadas por água, ar e não raras vezes por materiais orgânicos. Assim, sob efeito de cargas externas todos os solos, em maior ou menor quantidade se deformam, ocasionando fissuras e trincas.

Segundo Thomaz (1989), o surgimento de fissura se dá pelas deformações diferenciadas que provocam tensões de grande intensidade. Por se apresentarem de forma inclinada, podem ser confundidas com as fissuras provocadas pela flexão de componentes estruturais, mas o que as diferem é o tamanho das aberturas que são muito maiores em casos de recalques diferenciados. Logo, o carregamento desbalanceado gera recalque diferenciado causando fissuras, conforme a Figura 15.

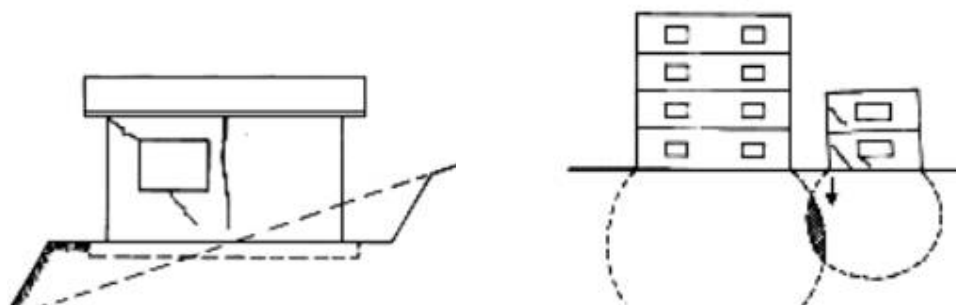
Figura 15 – Fundação contínua solicitada por carregamento desbalanceado.



Fonte: Thomaz (1989).

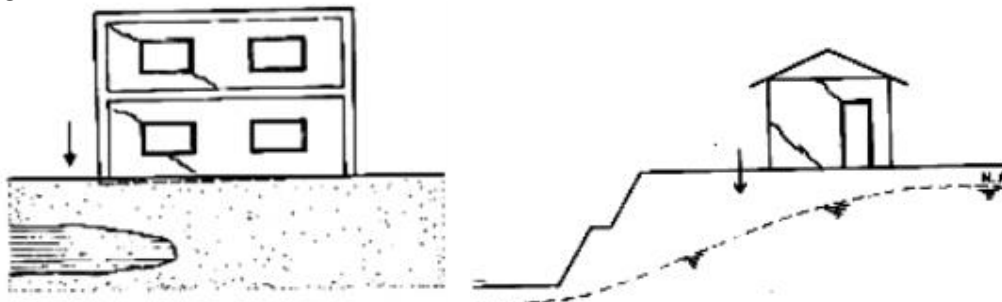
Conforme o referido autor, para casos de carregamento uniforme, existem diferentes fatores que provocam fissuras provenientes de recalques diferenciados, tais como fissuras de cisalhamento na alvenaria proveniente de fundações assentadas sobre seções de corte e aterro; recalques em edifícios próximos devido à interferência de bulbos de tensões em função da construção; recalques por falta de homogeneidade do solo e recalques por rebaixamento do lençol freático, conforme ilustrado nas Figuras 16, 17, 18 e 19.

Figuras 16 e 17 – Fissuras por recalques diferenciais das fundações.



Fonte: Thomaz (1989).

Figuras 18 e 19 – Fissuras por recalques diferenciais das fundações.



Fonte: Thomaz (1989).

2.1.3.4. Retração de produtos à base de ligantes hidráulicos.

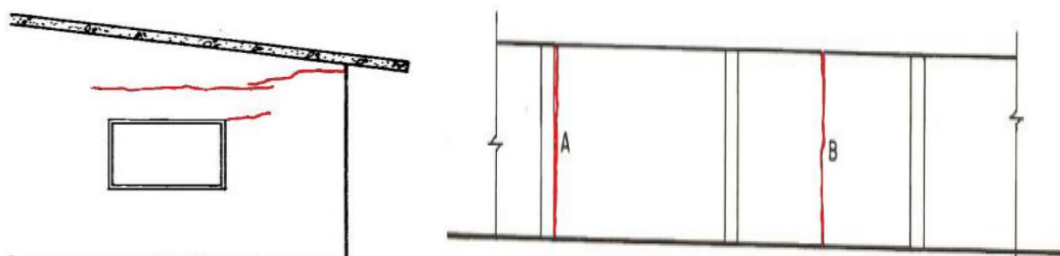
De acordo com Thomaz (1989), a quantidade necessária de água necessária para a hidratação correta do cimento varia de 22 a 32%, para que a reação química entre a água e os compostos anidros presentes no cimento seja completa. Todavia, os concretos e argamassas são preparados com excesso de água, porém, isso não é permitido, uma vez que só vem a acentuar a retração. O efeito mais nocivo da retração de lajes de concreto é a fissuração de

paredes solidárias à laje, onde se pode observar que a parede externa possui fissuras provocadas pela retração da laje de cobertura.

De acordo com mesmo autor, os problemas podem manifestar-se em função da retração da parede ou de seus componentes.

A Figura 20 apresenta Fissuras em paredes externas provenientes da retração da laje de cobertura e a Figura 21 Fissuras causadas por retrações das paredes.

Figuras 20 e 21 – Fissuras por retração de produtos à base de ligantes.



Fonte: Thomaz (1989).

2.1.3.5. Alterações químicas de materiais de construção.

Os materiais da construção civil são suscetíveis à deterioração pela ação de substâncias químicas, principalmente as soluções ácidas e alguns tipos de álcool. Assim, segundo Thomaz (2002), edifícios que abrigam fábricas de laticínios, cerveja, álcool e açúcar, celulose e produtos químicos podem ter seus materiais e componentes seriamente avariados por essas substâncias.

De acordo com o mesmo autor, os materiais de construção, independentemente da presença de meios fortemente agressivos, como atmosfera com alta concentração de poluentes e os ambientes industriais, anteriormente citados, podem sofrer alterações químicas indesejáveis que resultam, dentre outras coisas, na fissuração do componente.

O autor ainda enfoca três tipos de alterações químicas que se manifestam com frequência:

a) Hidratação retardada de cales

Segundo Thomaz (1989), a hidratação retardada da cal se dá pela inadequação na dosagem de água em componentes ou elementos à base de cales. A fissuração manifesta-se,

entretanto, nos revestimentos em argamassa devido à má hidratação da cal, que em contato com qualquer umidade, hidratam-se alterando seu volume.

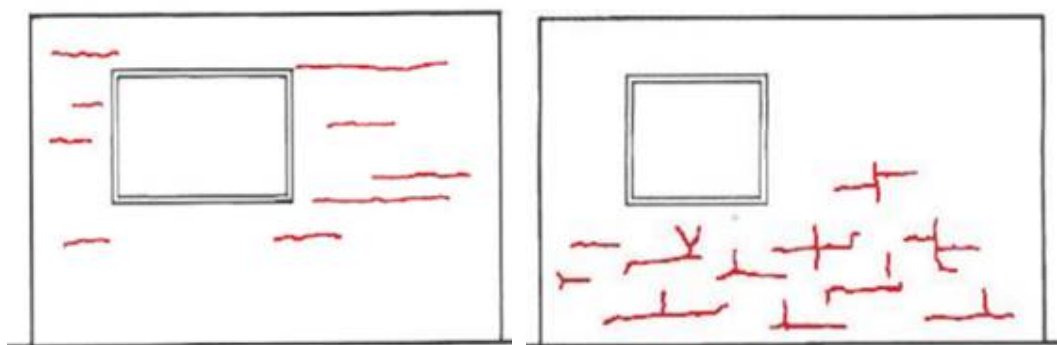
O mesmo autor ressalta que as fissuras decorrentes da hidratação retardada de cales são semelhantes às decorrentes das dilatações térmicas e higroscópicas. Na Figura 33, observam-se fissuras horizontais ocasionadas pela expansão da argamassa de assentamento.

b) Ataque de sulfatos

Conforme Thomaz (1989), os cimentos, normalmente, são constituídos de aluminato tricálcico, elemento que reage com sulfatos, geralmente encontrados no solo, na água contaminada ou até mesmo nos componentes cerâmicos, que apresentam elevados teores de sais solúveis. A reação entre o aluminato tricálcico com o sulfato, forma um composto denominado sulfoaluminato, ocasionando grande expansão. O autor ressalta que esta reação ocorre somente na presença de três elementos, cimento, água e sulfatos solúveis.

Ainda segundo ele, no processo de expansão da argamassa de assentamento, ocorre uma expansão geral da alvenaria e, nos casos em que essas alvenarias são revestidas, as fissuras se apresentam com aspectos característicos, tais como, aberturas mais pronunciadas, acompanhamento da junta de assentamento vertical e horizontal, conforme se observa nas figuras 22 e 23.

Figuras 22 e 23 – Fissuras por alterações químicas de materiais de construção.



Fonte: Thomaz (1989).

c) Corrosão de armadura.

Thomaz (1989), afirma que normalmente as armaduras das peças de concreto são colocadas próximas à superfície e há muitos casos em que essas armaduras são cobertas inadequadamente, deixando-as expostas e suscetíveis à ação da água e do ar, resultando na corrosão da armadura. Tal processo ocorre em ambientes úmidos que contêm elementos agressivos, com isso, desencadeia-se um processo eletroquímico.

2.1.4 Patologias causadas pela Umidade

2.1.4.1 As Origens da Umidade

A umidade nas construções é um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos devido à complexidade das causas que a originam e os fenômenos que ela desencadeia (PEREZ, 1988).

Segundo Verçosa (1991) a umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. Ainda conforme o autor, a umidade tem as seguintes origens:

- Trazidas durante a construção;
- Trazidas por capilaridade;
- Trazidas por chuva;
- Resultantes de vazamentos em redes hidráulicas;
- Condensação.

De acordo com Klein (1999) *apud* Souza (2008) as principais origens das patologias ocasionadas pela umidade estão contidas na Figura 24.

Figura 24 – Origens da umidade nas construções.

Origens	Presente na,
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção da argamassa Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinhas e garagens

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

2.1.4.2 Umidade por Capilaridade

A umidade por capilaridade pode ser definida como aquela que sobe do solo úmido (VERÇOZA, 1991).

Verçoza (1987) ressalta ainda que todo solo contém umidade, até mesmo os solos rochosos. Por este motivo nunca se deve deixar que a terra se encoste de forma direta na alvenaria, rebocos ou elementos de concreto, pois os mesmos absorvem a umidade sendo necessário a aplicação de impermeabilizantes.

Segundo Souza (2008) a umidade provinda do solo por capilaridade (umidade por ascensão) ocorre nos baldrame das edificações devido à falta de barreiras que impeçam a sua progressão, no caso impermeabilizante.

2.1.4.3 Umidade Proveniente da Atmosfera

Segundo Verçoza (1987), as umidades que são provenientes da atmosfera podem ocorrer por infiltração pelas águas da chuva e a condensação.

Já segundo Souza (2008) a água das chuvas é o agente mais comum que pode gerar a umidade nas edificações, tendo como principais fatores que levam a gerar manifestações patológicas a direção e intensidade do vento, a intensidade da precipitação da chuva, umidade relativa do ar e fatores também da construção, como a ausência de impermeabilizantes, precariedade no sistema de escoamento, goteiras originadas nos telhados, esquadrias com vedações defeituosas, porosidade dos elementos de revestimento e peças estruturais entre outros.

Para Perez (1988) o aumento da incidência dos problemas de umidade devido à condensação em apartamentos explica-se pela maior estanqueidade à água necessária para as janelas e, conseqüentemente, maior estanqueidade ao ar. Isto faz com que a ventilação dos ambientes seja precária, pois, geralmente, não é planejada. Para resolver o problema da infiltração de água de chuva cria-se outro, o da condensação.

2.1.4.4 Umidade Proveniente da Execução da Construção

A água é um elemento indispensável para a confecção e execução de uma grande parte dos materiais utilizados na construção civil. Durante a execução de uma obra, os materiais e a própria construção ficam frequentemente em contato direto com a água das chuvas, fazendo com que os mesmos umedeçam.

Para Verçoza (1991), a umidade oriunda pela execução da construção é aquela necessária para a obra, mas que desaparece com o tempo (cerca de seis meses). Elas se encontram dentro dos poros dos materiais, como as águas utilizadas para concretos e argamassas, pinturas, etc.

2.1.4.5 Umidade Proveniente de Vazamentos

Conforme Verçoza (1987) é comum em construções, a umidade ocorrer devido a rupturas das canalizações de água quente, fria ou esgoto, onde as mesmas são de difícil localização e correção. O fato de estes vazamentos serem encobertos pelas paredes, podem ser prejudiciais para o desempenho e a estética da edificação, podendo até afetar a saúde dos moradores devido ao aparecimento de fenômenos patológicos como, por exemplo, o mofo e a constante presença de umidade no local onde os vazamentos estão.

O autor ainda ressalta que, os vazamentos estão na maioria das vezes encobertos pela construção, sendo bastante danosos para o bom desempenho esperado da edificação.

2.1.5 Causas e manifestações das Principais Patologias Causadas pela Umidade

2.1.5.1 Eflorescência

Segundo Verçoza (1987), as eflorescências aparecem quando a água atravessa uma parede que contenha sais solúveis. Estes sais podem estar nos tijolos, no cimento, na areia, no concreto, na argamassa, etc. Dissolvendo-se na água eles são trazidos por ela para a

superfície, onde a água evapora e os sais se depositam sólidos ou em forma de pó. Eliminando-se a penetração da água, elimina-se a eflorescência.

Este tipo de patologia pode ser ocasionado devido às infiltrações oriundas do solo, normalmente por falta de impermeabilização, pela alta exposição do edifício ao clima entre outros fatores que permitam que a água entre em contato com os sais existentes nos materiais de construção.

2.1.5.2 Criptoflorescência

Conforme Verçoza (1987) a criptoflorescências também são formações salinas, de mesma causa e mecanismo que as eflorescências, mas agora os sais formam grandes cristais que se fixam no interior da própria parede ou estrutura.

Normalmente ocorrem dentro dos elementos estruturais, gerando não apenas dano estético como dano na estrutura, por ocorrerem no interior da peça podem gerar esforços mecânicos.

Ainda de acordo com o autor supracitado, os sais em conjunto com a água formam grandes cristais que se instalam no interior da parede ou estruturas, e ao crescerem, podem desagregar tais materiais, formar rachaduras podendo levar até à queda da parede.

2.1.5.3 Bolor

Para Verçoza (1991) o bolor seria uma manifestação patológica formada por organismos vivos, no caso fungos, cujos mesmos necessitam do ar e da água para se desenvolver, local onde existe pouca umidade e uma boa ventilação não correm o risco do aparecimento deste fenômeno.

Ainda para o autor, bolor e mofo ocorrem frequentemente em paredes de tijolos aparentemente úmidos. Eles desagregam lentamente os tijolos, deixando a superfície opaca. E, por sua cor, dão mau aspecto.

O emboloramento é a alteração que se pode constatar macroscopicamente na superfície dos materiais, sendo essa alteração uma consequência do desenvolvimento de

microorganismos pertencentes ao grupo dos fungos, que são diretamente afetados pela umidade (PEREZ, 1985).

2.1.5.4 Corrosão

Segundo Helene (1992) todo concreto está sujeito a sofrer prejuízo em presença de agentes agressivos. Normalmente, os concretos que mais sofrem com o ataque de tais agentes são os de má qualidade, que implica numa maior permeabilidade, no segregamento do material, entre outras características. Esses concretos são afetados principalmente por agentes ácidos, os sulfatos, o cloro, os nitratos e nitritos, até mesmo pela água pura, que através da infiltração e em períodos longos de contato com as estruturas de concreto armado, acabam as prejudicando.

Para Thomaz (1989), a corrosão na armadura é o resultado de um processo químico e eletroquímico, em meio às características úmidas intensificadas pelos agentes agressivos e também o cobrimento insuficiente das armaduras.

2.1.5.5 Descolamento

De acordo com Verçoza (1987) a Gelividade corresponde à água, ao congelar, que aumenta de volume. Ela pode congelar a temperatura de até 6°C. Assim sendo, a água depositada nos poros e canais capilares dos tijolos e do concreto congela em dias frios. No miolo, este aumento de volume é contido pela massa do tijolo, mas, na superfície a resistência é menor, formando-se gelo que desloca as camadas mais extensas, desagregando paulatinamente o material. Então a superfície dos tijolos começa a se desgastar, parecendo lixada.

Yazifi (2009) ressalta que dentre as manifestações mais comuns referentes aos problemas de umidade em edificações, encontram-se manchas de umidades, corrosão, bolor (ou mofo), algas, líquens, eflorescências, descolamento de revestimento, friabilidade da argamassa por dissolução de compostos com propriedades cimentícias, fissuras e mudança de coloração dos revestimentos.

3. CAPÍTULO 3

3.1. METODOLOGIA

3.1.1. Tipo de estudo e local da pesquisa

Inicialmente foi realizada uma pesquisa de base teórica com o intuito de facilitar o entendimento acerca de patologias. A intenção é fornecer suporte para o desenvolvimento e sustentação sobre o assunto.

O estudo baseia-se em um levantamento de algumas de patologias sendo: trincas, fissuras e problemas decorrentes da umidade em duas instituições de ensino localizadas na cidade de Toledo-PR, propondo o apontamento de suas causas e medidas corretivas.

Quanto à abordagem, a pesquisa foi do tipo quanti-qualitativa, de caráter exploratório, bem porque, foram analisados e feitos levantamentos sobre o número dessas patologias a campo e, assim, melhor caracterizar os fenômenos existentes. Ademais, classificar e compará-las entre as duas edificações. Segundo Minayo (1994), pesquisas quantitativas e qualitativas são compatíveis entre si, com a possibilidade de integrá-las em um mesmo projeto.

As informações das instituições foram obtidas através dos diretores ou outro responsável indicado e também de visitas ao local.

3.1.2. Caracterização da amostra

O estudo de caso foi realizado em duas instituições de ensino da cidade de Toledo, região oeste do estado do Paraná. A primeira é uma instituição pública de um pavimento, localizada no centro da cidade, conforme Figura 25.

3.1.3. Coleta de dados

Os dados foram coletados nas edificações com visitas ao local. Foram utilizados como suporte, pesquisas bibliográficas em livros, artigos e sites relacionados a essas patologias. Não obstante, foi realizado um levantamento de trincas, fissuras e patologias causadas pela umidade aparente que surgiram decorrentes do uso da edificação e de vícios construtivos. O intuito é, portanto, saber os tipos, causas e se os problemas patológicos encontrados são similares entre as duas instituições, comparando-as e apresentando métodos corretivos.

Durante as visitas, realizou-se um levantamento visual e feitos registros fotográficos das manifestações supracitadas para posterior análise. Foi utilizada a Tabela 1 para auxílio na coleta de dados.

Tabela 1 – Levantamento dos problemas patológicos.

CHECK LIST PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS			
OBRA ANALISADA:			NÚMERO DE PAVIMENTOS:
DATA DA VISTORIA:		DATA DA ÚLTIMA REFORMA:	
PAVIMENTO ANALISADO:			
Nº	FOTO	AMBIENTE	OBSERVAÇÕES
		LOCAL AFETADO	
		PATOLOGIA	
ANAMNESE DO CASO			
1- RECORDA-SE DE ALGUM FATO QUE ESTEJA LIGADO AO APARECIMENTO DO PROBLEMA?			
2- OCORREM EPISÓDIOS DE REAPARECIMENTO DOS SINTOMAS OU AGRAVAMENTO DOS MESMOS?			
3- AS ALTERAÇÕES OCORRIDAS NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS MUDAM AS CARACTERÍSTICAS DOS PROBLEMAS?			
4- EXISTE O MESMO SINTOMA EM OUTROS LOCAIS?			

Fonte: PAGANIN (2014) – adaptado pelos autores.

3.1.4. Análise dos dados

Após o levantamento exploratório das edificações e identificado as patologias, fez-se necessário um estudo que conduzisse a um resultado confiável e padronizado para o desenvolvimento da pesquisa.

Segundo Lichtenstein (1985), o processo de entendimento de um problema patológico pode ser descrito como geração de hipóteses ou modelos e o seu respectivo teste. Em outras palavras, a partir de determinados dados fundamentais, o técnico elabora hipóteses de avaliação da situação e compara estes modelos ao quadro sintomatológico geral e ao conhecimento que tem da patologia.

Portanto, os problemas patológicos diagnosticados foram relacionados às possíveis causas e foi realizada a tabulação da frequência de sua manifestação.

Diante disso, com o auxílio de *software*, foram elaborados os gráficos para a realização do comparativo das patologias entre as duas instituições analisadas. De acordo com o tipo de patologia encontrada, são, portanto, propostos métodos corretivos.

4. CAPÍTULO 4

4.1. ANÁLISE E LEVANTAMENTO DOS DADOS

De acordo com a metodologia proposta no capítulo 3, através das visitas ao local para constatação das manifestações patológicas, foram feitos registros visuais e fotográficos além da aplicação do *check list* aos respectivos diretores responsáveis pelo acompanhamento da exploração aos locais, para auxílio na análise das patologias.

Para melhor entendimento foram separados os levantamentos por instituição, conforme itens a seguir.

4.1.1. Análise das Patologias da Instituição Pública

Antes do início do levantamento das patologias, foi realizada uma abordagem junto ao responsável pela instituição para a obtenção de informações gerais a respeito da edificação. O mesmo relatou uma informação relevante, que se trata do surgimento e agravamento de patologias pré-existentes na instituição após o início da execução da fundação da edificação vizinha.

Tal fato não será considerado como causa das patologias que serão relatadas a seguir, sendo necessário, estudos e ensaios mais aprofundados para averiguação da influência do mesmo.

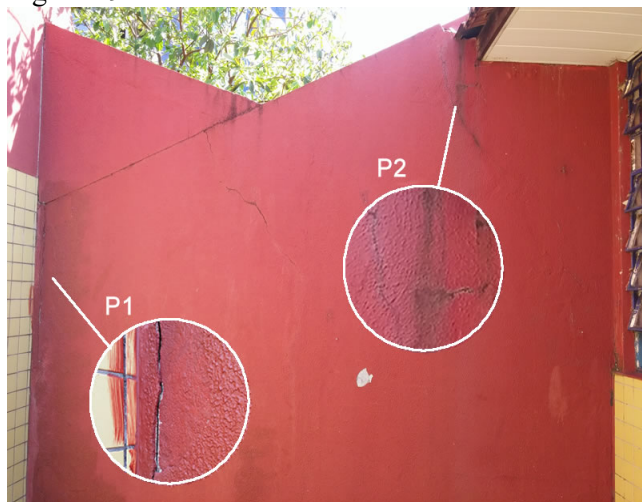
As conclusões que serão apresentadas a respeito das manifestações encontradas, para ambas as instituições, tem como base inspeção visual e consulta a literatura. Portanto, os resultados devem ser considerados como prováveis, mas não conclusivos, sendo necessário a aplicação de ensaios para uma conclusão mais precisa.

4.1.1.1. Caso 1: Trincas e Fissuras

A Figura 29 apresenta as patologias no muro localizado entre dois blocos, com trinca vertical no ponto “P1” causada possivelmente por falta de amarração entre o muro e a parede, permitindo que a movimentação da estrutura causasse tal trinca. Já no ponto “P2” existe uma

fissura característica de movimentação térmica ou higroscópica, sendo que ambas as patologias não oferecem riscos a estrutura.

Figura 29 – Trinca vertical e fissuras na alvenaria. .



Fonte: AUTORES, 2016.

No caso “P2” a correção é estética e pode ser feita com aplicação de componente flexível dentro da trinca, utilizando método adequado para a situação.

Segundo Júnior (1997) do ponto de vista da recuperação é sempre recomendável considerar as fissuras como ativas, pois mesmo corrigindo as causas que lhes deram origem, pequenas mudanças em sua abertura continuam a ocorrer em função das variações térmicas e higroscópicas da alvenaria e do próprio revestimento.

Na Figura 30, pode-se observar diversas trincas e fissuras na parede externa do banheiro da instituição de ensino, esse problema possivelmente ocorreu devido a movimentação térmica, higroscópica ou ambas, tendo em vista que a parede em questão fica exposta ao ambiente externo estando sujeita a incidência direta do sol e chuva. As trincas localizadas nos cantos da janela indicam a falta ou má execução de vergas e contra vergas.

Figura 30 – Trincas e Fissuras na parede externa do banheiro.



Fonte: AUTORES, 2016.

Devido a quantidade de fissuras e trincas, a correção mais adequada seria a retirada total do emboço e nova aplicação de novo revestimento com utilização de aditivos.

As aberturas na alvenaria se tornam pontos frágeis e suscetíveis ao surgimento de trincas, principalmente se as mesmas forem carentes de vergas ou foram executadas de maneira deficiente. A trinca apresentada na Figura 31 é um exemplo disso.

Figura 31 –Trinca sobre abertura.



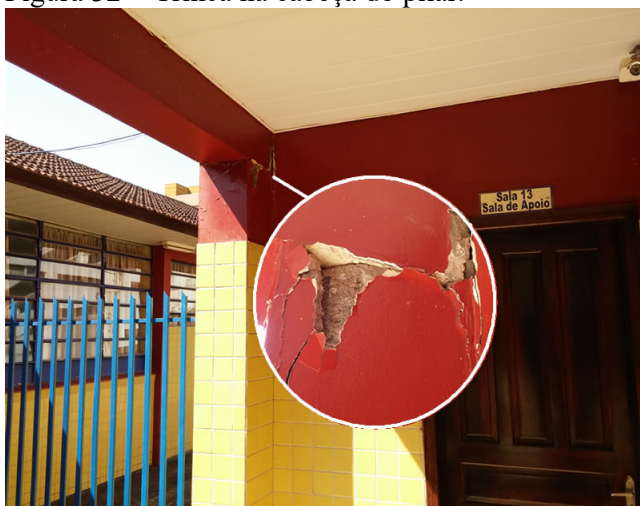
Fonte: AUTORES, 2016.

A solução inicial é a verificação da existência de verga, caso inexistente a mesma deve ser executada, caso exista deve ser verificada se sua execução foi correta. Caso a verga esteja correta, o próximo passo é a aplicação de produto elástico e tela de nylon ou poliéster.

Também pode-se adotar como sugestão de reparação, empregar aço CA-60 no sentido perpendicular as fissuras, realizando o procedimento chamado de “grampeamento da alvenaria”.

A patologia observada na Figura 32 ocorre em um pilar situado no corredor da instituição. O problema se deve possivelmente pela concentração de tensões na cabeça do pilar, o que culminou no descolamento do revestimento e da argamassa de proteção da armadura, deixando-a exposta.

Figura 32 – Trinca na cabeça do pilar.



Fonte: AUTORES, 2016.

A exposição de armaduras a atmosfera oferece riscos eminentes de corrosão, causando a ineficiência da mesma na finalidade a que foi implementada, por isso deve-se ter a devida atenção ao caso e a imediata reparação dos danos.

Devem ser efetuados ensaios para verificação do possível comprometimento do pilar, e também averiguar se a sobrecarga no pilar foi acidental ou não, para que seja possível definir a medida de correção mais adequada para o caso.

Locais de união entre estruturas diferentes são suscetíveis a fissuras ou trincas, na figura 33 pode –se observar esse ponto de fragilidade no corredor da instituição em estudo, ainda uma movimentação da estrutura por vibração que pode ter ocorrido nos elementos estruturais, podendo ser no pilar, na alvenaria ou ambos.

Figura 33 – Fissura vertical entre elementos estruturais.



Fonte: AUTORES, 2016.

Neste caso possivelmente ocorreu uma movimentação da estrutura devido a vibração nos elementos estruturais, ocasionando a fissura no ponto de maior fragilidade.

Deve ser feito um acompanhamento para verificação de possível agravamento da fissura, caso a mesma permaneça estável pode ser feita a correção estética com preenchimento da trinca com componente flexível.

A figura 34 apresenta uma fissura na diagonal, possivelmente causada por deformações excessivas nos elementos estruturais.

Figura 34 – Fissura diagonal na parede.



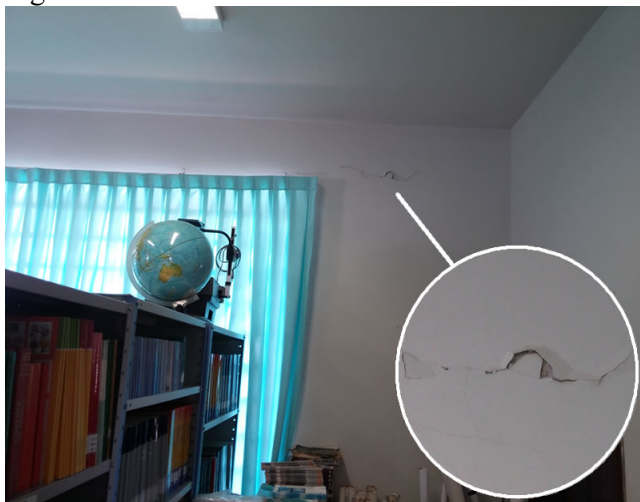
Fonte: AUTORES, 2016.

A influência da execução da fundação vizinha a instituição de ensino também pode ter contribuído para o surgimento desta trinca, causando a movimentação da estrutura. Além disso pode ter ocorrido recalque, sendo que as características da trinca indicam esta teoria.

Como o problema pode ter diversas causas, sugere-se um acompanhamento para verificação do agravamento da trinca, caso o mesmo não ocorra basta efetuar a correção estética com componente flexível, mas caso o problema se agrave far-se-á necessário a execução de ensaios para identificação mais precisa da patologia.

A ocorrência patológica encontrada na biblioteca e que está representada na Figura 35 tem como possível causa o fato de a viga ou a laje terem sofrido flexão, causando tensões na alvenaria ocorrendo a trinca no local mais frágil, próximo a abertura.

Figura 35 – Trinca sobre abertura.



Fonte: AUTORES, 2016.

A má execução ou a ausência de verga na abertura pode ter contribuído para o surgimento da trinca, porém não existe risco estrutural e a correção adequada é a mesma descrita na patologia referente a Figura 31.

O problema demonstrado na Figura 36 ocorre em toda a extensão da arquibancada das duas quadras descobertas, tendo como causa provável o rebaixamento do solo, devido à má compactação do mesmo.

Figura 36 – Trinca na arquibancada da quadra.



Fonte: AUTORES, 2016.

O fato de que a edificação da arquibancada é antiga e que as trincas não tiveram agravamento significativo com o passar dos anos indica que a movimentação do solo tenha estabilizado, sendo assim indicado a correção estética com componente flexível, e posterior acompanhamento quanto a recorrência dos problemas.

4.1.1.2. Caso 2: Descolamento

Uma manifestação patológica comumente encontrada em edificações denomina-se descolamento de revestimento, que tem como causa diversos fatores, tais como a deficiência do material empregado e a má execução do mesmo, conforme a Figura 37.

Figura 37 – Descolamento do revestimento.



Fonte: AUTORES, 2016.

O processo executivo para execução da pintura tem como ação primordial a limpeza do local a ser revestido e também deve-se atentar para que o local não esteja com excesso de umidade, tendo em vista que o material aplicado perderá a aderência.

Para este problema, possivelmente a causa seja a má execução, pois o problema não é generalizado, podendo ser minimizada a chance de o material utilizado ser deficiente. A solução do problema é apenas estético, necessitando ser retirado a parte da pintura descolada e refeita da forma ideal.

Outro vício construtivo encontra-se na parede externa do depósito de materiais, onde pode-se observar a expansão e o descolamento da argamassa de revestimento, conforme a Figura 38. Tal patologia tem como principal causa a perda de água durante o endurecimento devido ao excesso de ventilação e a incidência solar, além do excesso de incidência da água da chuva na parede.

Figura 38 – Retração da argamassa do revestimento.



Fonte: AUTORES, 2016.

A correção pode ser feita com a retirada da argamassa danificada e a execução do novo revestimento.

Em relação a figura 39, uma sobrecarga pode ter causado a movimentação da estrutura e consequente esmagamento da base do pilar, as fissuras geradas proporcionaram a entrada de água fazendo assim com que a argamassa se expandisse e descolasse.

Figura 39 – Esmagamento da base do pilar



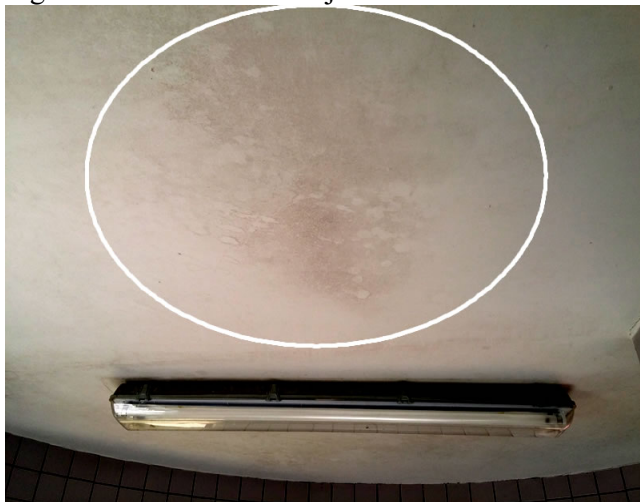
Fonte: AUTORES, 2016.

Deve-se acompanhar o agravamento do problema, caso o mesmo não ocorra e não exista sinais de corrosão da armadura pode-se efetuar o cobrimento do pilar.

4.1.1.3. Caso 3: Manchas devido a Umidade

A umidade é o principal fator a ser considerado quando se trata de manchas em lajes, caso que ocorre em diversos locais na instituição de ensino, sendo um deles o banheiro da biblioteca, conforme representado na Figura 40.

Figura 40 – Manchas na laje do banheiro.



Fonte: AUTORES, 2016.

A impermeabilização da laje é o método corretivo mais adequado, porém antes deve-se averiguar a existência de fissuras, trincas ou qualquer outra causa que possa permitir a infiltração de água na laje.

4.1.1.4. Caso 4: Fenda

A Figura 41 representa o caso mais grave encontrado na instituição, sendo o mesmo localizado no depósito de materiais de limpeza. Se trata de um recalque, tendo diversas possíveis causas, sendo as mais prováveis o fato de a fundação ser assentada sobre seções de corte e aterro, causando trinca de cisalhamento na viga baldrame e por consequência na alvenaria e também trinca de recalque vertical, pelo fato de que as estruturas se comportaram individualmente como corpos rígidos.

Figura 41 – Fenda na parede do depósito.



Fonte: AUTORES, 2016.

Pode-se ainda observar duas estruturas distintas com o cisalhamento entre as mesmas, dessa forma não se pode descartar a possibilidade de que existam diferentes sistemas de fundação nas edificações, causando recalque diferenciado entre os sistemas. Nota-se ainda a falta de amarração entre as duas estruturas, o que se caracteriza por um erro grave de projeto ou execução.

O caso merece atenção imediata de um profissional para avaliação e execução de ensaios caso necessário, pois não é descartado o agravamento da situação, inclusive ruína.

4.1.1.5. Caso 5: Eflorescência

Nessa manifestação, observa-se fissuras por movimentação térmica ou higroscópica no muro conforme apresentado na Figura 42, as quais induziram o surgimento de outra patologia chamada de eflorescência, a qual altera a aparência da superfície sobre a qual são depositados seus sais em tom esbranquiçado, devido a exposição ao longo tempo de agentes agressivos presentes na água que percola através das fissuras.

Figura 42 – Eflorescência no muro.



Fonte: AUTORES, 2016.

Como medida adota-se correção das fissuras com componente flexível, limpeza dos sais e posterior impermeabilização da superfície.

4.1.2. Análise da Incidência Patológica na Instituição Pública

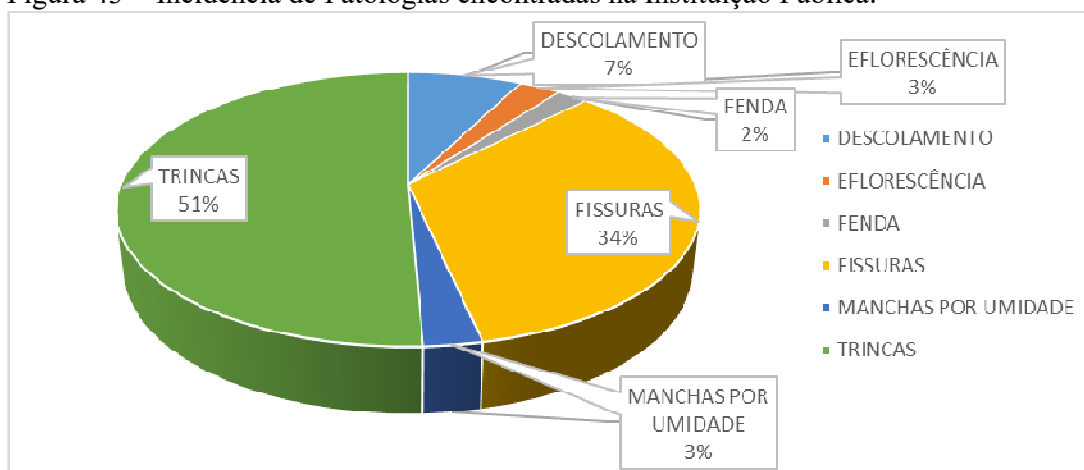
Foram contabilizadas aproximadamente 74 trincas nas edificações da instituição, sendo que este número representa mais da metade da totalidade de patologias encontradas. Pode-se observar na Tabela 02 as patologias encontradas e suas respectivas quantidades.

Tabela 2 – Incidência das patologias na Instituição Pública.

PATOLOGIAS	QUANTIDADE
DESCOLAMENTO	11
EFLORESCÊNCIA	4
FENDA	3
FISSURAS	50
MANCHAS POR UMIDADE	4
TRINCAS	74
TOTAL:	146

Fonte: AUTORES,2016.

Figura 43 – Incidência de Patologias encontradas na Instituição Pública.



Fonte: AUTORES, 2016.

Na Tabela 03 constam as patologias separadas pelos ambientes aos quais foram encontradas, onde nota-se que apenas dois ambientes não tiveram incidência patológica, sendo eles a cantina e os laboratórios.

Tabela 3 – Incidência de patologias por ambientes da Instituição Pública.

AMBIENTE	PATOLOGIAS					
	DESCOLAMENTO	EFLORESCÊNCIA	FENDA	FISSURA	MANCHA POR UMIDADE	TRINCA
BANHEIROS	-	-	-	6	4	6
BIBLIOTECA	-	-	-	1	-	2
CANTINA	-	-	-	-	-	-
CORREDORES	-	-	1	8	-	17
DEPÓSITO	6	-	3	7	-	8
FACHADA	-	-	-	3	-	2
LABORATÓRIOS	-	-	-	-	-	-
MURO	2	2	1	14	-	6

PÁTIO	-	-	-	-	-	3
QUADRAS	3	2	-	4	-	12
SALAS ADM.	-	-	-	3	-	3
SALAS DE AULA	-	-	-	4	-	15
TOTAL:	11	4	5	50	4	74

Fonte: AUTORES, 2016.

4.1.3. Análise das Patologias da Instituição Privada

4.1.3.1. Caso 1: Trincas e Fissuras

Observa-se na Figura 44, um efeito patológico conhecido como mapeamento, um problema muito comum e que inclusive tem grande incidência por diversos locais na instituição em estudo, mais especificamente na parte externa do ginásio e por todas as muretas das quadras. Ocorre devido a dilatação e/ou retração térmica, tem maior incidência em áreas externas devido a ação direta de intempéries, também pode ocorrer devido ao excesso de cimento na argamassa.

Figura 44 – Mapeamento de Trincas e Fissuras.



Fonte: AUTORES, 2016.

Esse vício não oferece qualquer risco estrutural a edificação, apenas desconforto estético e pode ser corrigido através da aplicação de impermeabilizante de base acrílica.

A trinca no sentido diagonal observada na Figura 45 tem as mesmas características da apresentada na imagem 34, ou seja, se trata possivelmente de deformações excessivas nos elementos estruturais.

Figura 45 – Trinca diagonal na parede do ginásio.



Fonte: AUTORES, 2016.

Sugere-se um acompanhamento para verificação do agravamento da trinca, caso o mesmo não ocorra basta efetuar a correção estética com componente flexível.

A patologia demonstrada na Figura 46 apresenta-se em diversas aberturas da edificação. O problema apresentado tem a mesma interpretação da patologia encontrada na instituição de ensino pública, representado no Caso 1, na Figura 31.

Figura 46 – Trincas e Fissuras sobre abertura.

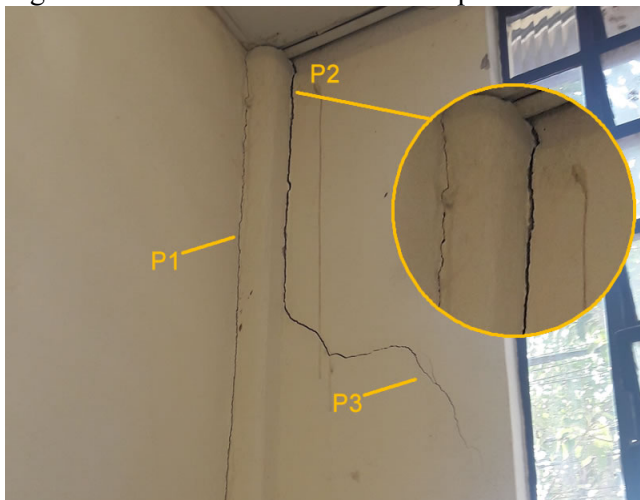


Fonte: AUTORES, 2016.

O problema se apresenta na última sala de aula do corredor frontal ao ginásio de esportes, tem como possíveis e principais causas a flexão da viga causando a sobrecarga e a retração da alvenaria. Trata-se de uma ocorrência comum, que normalmente não traz riscos estruturais, mas deve ser acompanhada e caso exista evolução devem ser feitas investigações mais aprofundadas.

A Figura 47 esta ilustrando duas trincas com características diferentes. No ponto “P1”, observa-se uma trinca entre a alvenaria e o pilar encontrada no corredor do primeiro pavimento, a qual foi ocasionada possivelmente por consequência de movimentação térmica, sendo a causa a falta ou má execução da amarração entre os elementos pilar e a parede de alvenaria, também não se pode descartar a influência de recalque.

Figura 47 – Trincas entre alvenaria e pilar.



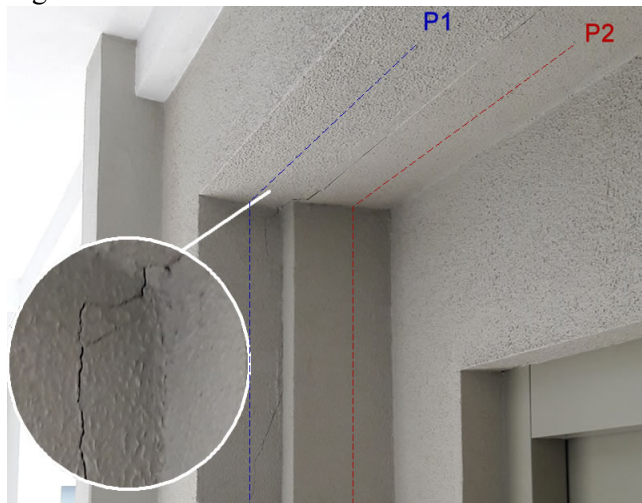
Fonte: AUTORES, 2016.

Já no ponto “P2”, percebe-se uma trinca que se inicia junto ao forro, acompanhando o pilar por aproximadamente 1 metro e mudando o sentido para 45°. A explicação para a trinca que acompanha o pilar é a mesma que ocorreu no ponto “P1”, porém, na mudança de sentido apresentada no ponto “P3” podemos caracterizar como sendo uma deformação convexa na parede, ocasionada por recalque diferencial de fundação.

O problema deve ser acompanhado, para saber qual a causa do recalque, sendo as mais prováveis, o adensamento do solo, vibração ou sobrecarga. O indicado seria um ensaio do solo para verificar a compactação do mesmo, caso o resultado mostre que o solo atualmente não compromete a estrutura, deve-se acompanhar o agravamento da trinca, caso isso não ocorra, basta um tratamento estético com massa polímera sintética, mais conhecida como PVA (Poliacetato deVinilo).

A trinca demonstrada na Figura 48 ocorre no encontro de vigas e pilares do elevador, tanto no primeiro quanto no segundo pavimento da edificação. Tal patologia é causada possivelmente por movimentação ou vibração da estrutura, também pode-se atribuir a causa pelo fato de que as estruturas “P1” e “P2” foram edificadas em períodos diferentes, conforme relato do responsável da instituição, com falta ou má execução de amarração entre si.

Figura 48 – Trinca no encontro de elementos estruturais.



Fonte: AUTORES, 2016.

Para a minimização ou até correção do problema seria indicado a inserção de material flexível dentro das trincas, após isso deve ser retirado o revestimento argamassado e feita a interligação das estruturas com malha de metal, sendo estes processos planejados e acompanhados por profissional qualificado.

A Figura 49 apresenta uma rampa de acesso ao campo de futebol, na qual transitam veículos esporadicamente e há considerável fluxo de alunos. Observa-se um detalhe importante na verificação da causa das trincas, ao lado direito da Figura vemos que não existem trincas, ao contrário do lado oposto, onde as mesmas percorrem quase toda a extensão da rampa. A causa mais provável é o fato de que no lado danificado, provavelmente não tenha sido executada uma viga para escoramento do solo, ao contrário do lado oposto, onde a rampa está escorada na estrutura da edificação. Também não podemos descartar a má compactação do solo.

Pode-se observar também que as trincas ocorrem em sua totalidade a partir da junta de dilatação, o que explica o fato de as mesmas não se estenderem lateralmente, por serem estruturas individuais.

Figura 59 – Trincas no piso.



Fonte: AUTORES, 2016.

A solução mais adequada para este caso seria a remoção da parte danificada, execução de uma viga para contenção do solo (caso não exista), compactação do solo e execução da nova estrutura.

Na patologia encontrada no pátio da edificação, no comando do elevador, pode-se classificar como trincas horizontais entre vigas e a alvenaria, que tem como possíveis causas a movimentação da estrutura por vibração, devido ao uso do elevador, como pode-se observar através da figura 50.

Figura 50 – Trinca



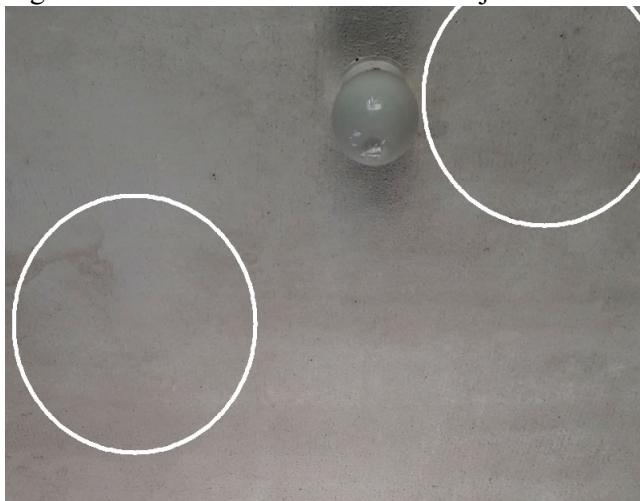
Fonte: AUTORES, 2016.

A patologia não apresenta risco a estrutura, deve-se acompanhar o problema até sua estabilização, para posterior correção estética.

4.1.3.2. Caso 2: Manchas devido a Umidade

Na Figura 51, observa-se a ocorrência de manchas de umidade na laje da instituição em diversos pontos, que se trata da laje entre o primeiro e o segundo pavimento. Os corredores da instituição em sua maior parte possuem fechamento unilateral, dessa forma o ambiente fica com exposição maior a umidade durante a noite, e pelo fato de não ter incidência solar nestes locais, a umidade acumulada na laje acaba demorando a se dissipar, ocasionando as manchas.

Figura 51 – Manchas de Umidade na laje.



Fonte: AUTORES, 2016.

Neste caso a solução mais adequada e que provavelmente não foi aplicada na instituição, seria a aplicação de impermeabilizante na laje.

Dois corredores situados na parte central da instituição possuem forro de madeira, sendo que grande parte do mesmo está em bom estado de conservação, exceto no corredor do primeiro pavimento próximo ao ginásio, conforme indicado na Figura 52, onde verificamos um dano causado pela umidificação da madeira. O fato de que o problema ocorre em ponto específico e não generalizado aponta que o problema se deve por infiltração através da cobertura.

Figura 52 – Infiltração no forro.



Fonte: AUTORES, 2016.

Aparentemente o problema foi antigo e posteriormente solucionado, com provável troca de telha ou correção de rufo. Como a causa foi solucionada, resta fazer a substituição do forro danificado, visto que não cabe manutenção de correção ao mesmo.

Outra manifestação observada referente a umidade apresenta-se na Figura 53, estando localizada na mureta da quadra. A configuração dessa patologia é a mesma da apresentada no Caso 3, na figura 40, da instituição pública.

Figura 53 – Manchas de Umidade devido capilaridade na quadra.



Fonte: AUTORES, 2016.

4.1.3.3. Caso 3: Fendas

A Figura 54 apresenta uma rampa localizada na área de acesso as quadras esportivas descobertas, pela qual veículos transitam esporadicamente. Segundo informações, esta rampa foi construída em cima de uma escada, sendo este um fato que pode indicar que a estrutura talvez não tenha sido corretamente dimensionada para a passagem de veículos, porém como não existem informações nem materiais que indiquem como foi executada a estrutura, não podemos descartar outras causas para o problema. Portanto, podemos destacar como possíveis causas, a má compactação do solo e a falta de malha de ferro ou seu incorreto dimensionamento.

Figura 54 – Fenda no concreto.



Fonte: AUTORES, 2016.

Como a rampa já existe a pelo menos 15 anos e os sintomas não tiveram agravamento significativo ao passar dos anos, supõe-se que houve um rebaixamento do solo, o qual estabilizou-se. Neste caso, a solução para os danos ocasionados seria a reparação estética, com retirada do material danificado e nova execução. Caso o problema volte a ocorrer, indica-se a solicitação da visita de um profissional qualificado para avaliação do problema.

4.1.4. Análise da Incidência Patológica na Instituição Privada

Analisando a Tabela 4 pode-se verificar um número total de patologias aproximadamente 24% maior do que o encontrado na instituição de ensino público, porém

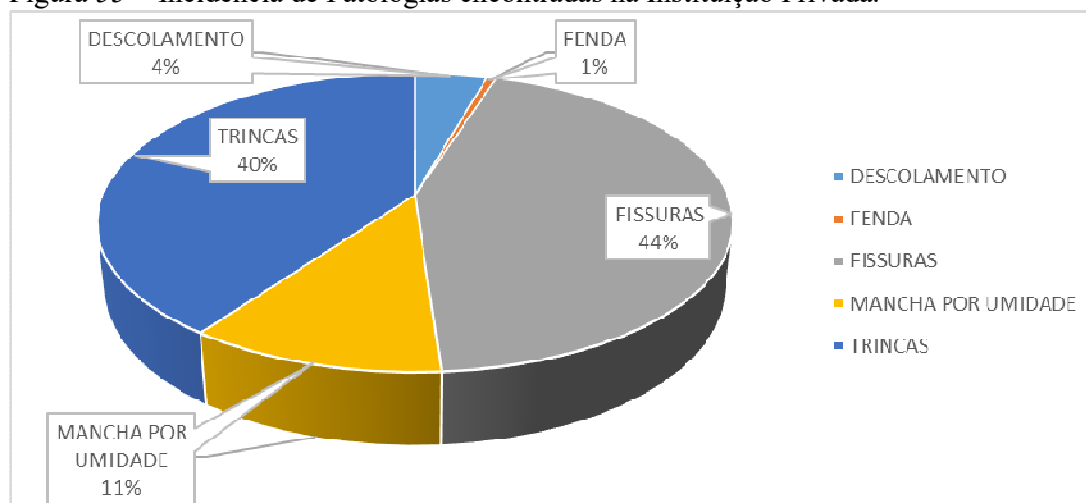
deve-se levar em consideração vários fatores, os quais serão explanados no tópico comparativo entre as duas instituições.

Tabela 4 – Incidência das patologias na Instituição Privada.

PATOLOGIAS	QUANTIDADE
DESCOLAMENTO	8
FENDA	1
FISSURAS	80
MANCHA POR UMIDADE	20
TRINCAS	73
TOTAL:	182

Fonte: AUTORES, 2016.

Figura 55 – Incidência de Patologias encontradas na Instituição Privada.



Fonte: AUTORES, 2016.

O ginásio como podemos notar na tabela 5, tem um número elevado de patologias em relação a maioria dos outros ambientes, isso se deve principalmente pelo fato de o mesmo abranger uma área construída significativamente maior em relação as outras edificações da instituição.

Tabela 5 – Incidência de patologias por ambientes na Instituição Pública.

AMBIENTE	PATOLOGIAS					
	DESCOLAMENTO	EFLORESCÊNCIA	FENDA	FISSURA	MANCHA POR UMIDADE	TRINCA
AUDITÓRIO	-	-	-	-	-	-
BANHEIROS	-	-	-	-	3	-
BIBLIOTECA	-	-	-	1	-	-

CANTINA	-	-	-	-	-	-
CORREDORES	-	-	-	4	17	15
FACHADA	-	-	-	3	-	1
GINÁSIO	3	-	-	34	-	23
LABORATÓRIOS	-	-	-	1	-	1
PÁTIO	-	-	1	19	-	8
QUADRAS	5	-	-	13	-	9
SALAS ADM.	-	-	-	2	-	5
SALAS DE AULA	-	-	-	3	-	11
TOTAL:	8	0	1	80	20	73

Fonte: AUTORES, 2016.

5. CAPÍTULO 5

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para Souza (2008), o conhecimento dos problemas patológicos em edificações é indispensável a todos os trabalhadores da construção civil, começando desde o operário ao engenheiro ou arquiteto. Assim, quando se conhece a problemática, torna-se mais fácil a identificação de erros e as chances de cometê-los podem ser reduzidas drasticamente.

A identificação das patologias permitiu conhecer suas causas, além da possibilidade de um acompanhamento das mesmas de forma a avaliar seu agravamento e ainda de fundamental importância para a elaboração de um plano de manutenção das edificações.

Após diversas inspeções visuais nos locais em estudo, pode-se identificar que as trincas e fissuras são as patologias com maior ocorrência nas instituições de ensino, totalizando 84% das manifestações contabilizadas na Instituição Particular e 85% da Instituição Pública, mas a grande incidência não é o único fator preocupante, as trincas e fissuras na maior parte dos casos tem uma tendência de agravamento e riscos maior do que as patologias causadas pela umidade.

No entanto, a quantidade de patologias entre os dois colégios, foram semelhantes considerando a grande diferença de área construída entre as edificações analisadas.

Considera-se no geral, que atualmente não exista risco a segurança dos usuários das edificações, mas aconselha-se a correção das patologias e manutenção periódica das edificações, além do acompanhamento dos locais afetados para verificação do possível agravamento dos danos causados as estruturas.

6. CAPÍTULO 6

6.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

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

- Levantamento dos custos totais para reparação das patologias das instituições analisadas;
- Estudo com o auxílio de equipamentos que tornem as causas das patologias mais precisas;
- Comparativo da qualidade dos materiais utilizados na Instituição Pública e na Privada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto**. Rio de Janeiro, 2003.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção das estruturas de concreto**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1992.

JÚNIOR, A. C. L. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação**. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1997.

LICHTENSTEIN, N. B. **Boletim técnico 06/86: Patologia das Construções**. 35f. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1985.

PAGANIN, R. **Estudo de caso: Levantamento das manifestações patológicas aparentes existentes em uma Universidade de Cascavel-PR**. 2014.77f..Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel – PR, 2014.

PEREZ, A. R. **Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas**. 2ed. São Paulo: Pini, 1988.

PIERDONÁ, K.G.S. **Patologias em Edificações no Município de Cafelândia-PR**. 2015.97 f.. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel – PR, 2015.

PORTAL WIKIPÉDIA. **Definição Patologia**. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Patologia>> Acesso em mai 2016

RIPPER, T; SOUZA, V. C. M. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

RIPPER, T; SOUZA, V. C. M. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1 ed. São Paulo: Pini, 2009.

SGARIONI, A.P. **Manifestações Patológicas em Fachadas**. Levantamento e Incidências em fachadas revestidas com cerâmica na cidade de Cascavel-PR. 2015.49f.Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2015.

SOUZA, M. F. de. **Patologias Causadas pela Umidade nas Edificações**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2008.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: Causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: Causas, prevenção e recuperação.** Co-edição. São Paulo: Pini, 2002.

VERÇOZA, E. J. **Impermeabilização na construção.** 2 ed. Porto Alegre: Sagra, 1987.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações.** Porto Alegre: Sagra. 1991.

VITÓRIO, A.; RAMOS, J. R. **Inspeção e Diagnóstico para Recuperação de Pontes Rodoviárias.** Apostila DER-PE, Recife, 1992.

WALDHELM, C. **Manifestações patológicas em unidades habitacionais de baixo padrão no Jardim Columbia em Londrina-PR.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, 2014.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** 10 ed. São Paulo: Pini, 2009.

