

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
GREGORI RONTANI TONSIC

**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM COLÉGIO
MUNICIPAL LOCALIZADO NA CIDADE DE CASCAVEL – PR**

CASCAVEL - PR
2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
GREGORI RONTANI TONSIC

**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM COLÉGIO
MUNICIPAL LOCALIZADO NA CIDADE 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.

**Professor Orientador: Engenheiro Civil
Especialista Ricardo Paganin.**

CASCAVEL - PR
2017

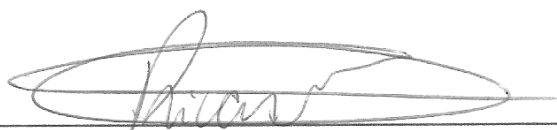
CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

GREGORI RONTANI TONSIC

**LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM COLÉGIO
MUNICIPAL LOCALIZADO NA CIDADE DE CASCAVEL – PR**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, so Centro universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil , sob orientação do professor **Especialista Engenheiro Civil RICARDO PAGANIN**

BANCA EXAMINADORA



Orientador Professor **Especialista RICARDO PAGANIN**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil



Professora **Mestre DÉBORA FELTEN**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Civil



Professora **Mestre KARINA SANDERSON ADAME**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Química

Cascavel, 27 de Novembro de 2017.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo apoio,
pela consideração e motivação durante estes anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha existência, meus pais por terem me apoiado mesmo em momentos difíceis, meus irmãos por estarem do meu lado quando sempre precisei e amigos, que estiveram juntos nesse mesmo caminho sempre me incentivando e me dando apoio para conquistar mais uma etapa de minha vida.

RESUMO

Nos últimos anos as manifestações patológicas tiveram um grande aumento devido à ascendência de atividades em empreendimentos na construção civil e também grande incentivo do governo. Juntamente com esta expansão tem-se ainda uma mão de obra pouco qualificada, gerando assim diversas manifestações patológicas, com consequentes desvalorizações do imóvel. Levando em consideração estas falhas, é de suma importância seus levantamentos e correções para que não haja grandes gastos, sendo necessário levantar as causas dos problemas e definir a melhor forma de resolvê-los. Mediante isso, foi feito um levantamento das patologias aparentes existentes em um colégio municipal na cidade de Cascavel – Paraná, tendo por base a identificação dos problemas, causas e reparo das manifestações patológicas, buscando a melhor solução a ser adotada como método corretivo. Para facilitar a análise dos dados encontrados foi realizada a coleta das manifestações patológicas *in loco*, através de análises fotográficas, utilizando-se de tabelas, gráfico e croquis com a localização das patologias levantadas. Foi constatado que houve uma incidência de 85% de trincas e fissuras no colégio, ocorrendo também 9% de bolor e 6% pela oxidação da estrutura metálica em todas as unidades vistoriadas no colégio.

Palavras-chave: Patologias; Causas; Reparo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Lei da evolução dos custos.....	13
Figura 2: Curva de desempenho.....	14
Figura3: Eflorescência no encontro de vigas.....	18
Figura 4: Fissuras causadas por recalque da fundação.....	21
Figura 5: Fissuras em parede externa, promovidas pela retração da laje de cobertura.....	21
Figura 6 - Deformação na viga de apoio.....	22
Figura 7: Encunhamento a posteriori.....	22
Figura 8: Fissuras por sobrecarga não prevista.....	23
Figura 9: Fissuras em aberturas.....	23
Figura 10: Área da edificação.....	25
Figura 11: Croqui do colégio.....	26
Figura 12: Local de surgimento da patologia.....	31
Figura 13: Trinca causada por sobrecarga vertical.....	33
Figura 14: Representação de fissura vertical.....	34
Figura 15: Representação de fissura horizontal.....	35
Figura 16: Método de recuperação de parede, com tela metálica.....	36
Figura17: Locais de surgimento da patologia.....	37
Figura 18: Fissura causada em cantos de aberturas.....	38
Figura 19: Fissuração típica causadas em cantos de aberturas.....	39
Figura 20: Método de recuperação de cantos de aberturas, com tela metálica.....	40
Figura 21: Locais de surgimento das patologias.....	41
Figura 22: Fissura causada pela retração da argamassa.....	42
Figura 23: Locais de surgimento da patologia.....	44
Figura 24: Fissura causada por variação térmica da laje.....	45
Figura 25: Representação de tensões na laje.....	46
Figura 26: Representação de fissura na laje.....	46
Figura 20: Locais de surgimento da patologia.....	48
Figura 21: Oxidação da estrutura metálica.....	49
Figura 22: Locais de surgimento de bolor.....	51
Figura 23: Incidência de bolor no ginásio.....	52
Figura 24: Gráfico da incidência de patologias do colégio.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Natureza das eflorescências.....	19
Tabela 2: Tabela para levantamento dos problemas patológicos.....	27
Tabela 3: Formulário de avaliação de condição geral.....	29
Tabela 4: Formulário para levantamento das patologias.....	30
Tabela 5: Formulário para levantamento da patologia de trinca por sobrecarga vertical.....	32
Tabela 6: Formulário para levantamento das patologias de trincas e fissuras em aberturas.....	37
Tabela 7: Formulário para levantamento das patologias de fissuras pela retração da argamassa.....	41
Tabela 8: Formulário para levantamento das patologias de variação térmica da laje.....	44
Tabela 9: Formulário para levantamento das patologias de oxidação de estrutura metálica.....	48
Tabela 10: Formulário para levantamento das patologias por bolor.....	51
Tabela 11: Formulário de avaliação de condição geral.....	55

SUMÁRIO

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.....	10
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	11
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....	11
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	11
CAPÍTULO 2.....	12
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1.1 Patologias na construção civil.....	12
2.1.2 Desempenho.....	13
2.1.3 Vida útil e durabilidade.....	15
2.1.4 Patologias na manutenção.....	15
2.1.5 Patologias na execução.....	16
2.1.6 Patologias no projeto.....	17
2.1.7 Tipos de manifestações patológica.....	17
2.1.7.1 Eflorescência.....	17
2.1.7.2 Bolor.....	20
2.1.7.3 Trincas e fissuras.....	21
2.1.7.4 Corrosão.....	24
CAPÍTULO 3.....	25
3.1 METODOLOGIA.....	25
3.2 Caracterização da amostra.....	25
3.3 Coleta de dados.....	26
3.3.1 Visita ao local.....	28
3.4 Análise dos dados.....	28
CAPÍTULO 4.....	30
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1.1.1 Análise das patologias.....	30

4.1.1.1 Trinca causada por sobrecarga vertical.....	31
4.1.1.2 Fissuras e trincas causadas em cantos de aberturas.....	36
4.1.1.3 Fissuras causadas pela retração da argamassa.....	40
4.1.1.4 Fissura causada pela variação térmica da laje.....	43
4.1.1.5 Oxidação de estrutura metálica.....	47
4.1.1.6 Bolor.....	50
4.2 Tratamento dos dados.....	53
CAPÍTULO 5.....	56
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
CAPÍTULO 6.....	57
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A.....	61

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUÇÃO

Desde o surgimento das construções, os humanos tem se preocupado com suas necessidades, acumulando o conhecimento para a elaboração de novas tecnologias e métodos construtivos, analisando e detalhando as estruturas, porém, apesar de todo o desenvolvimento tecnológico, existem inevitáveis falhas nas construções, as quais prejudicam o desempenho de algumas estruturas, ocasionando as patologias da construção civil.

A palavra patologia é, conforme Nazario e Zancan (2011), derivada do grego (pathos - doença e logia - ciência, estudo) e significa "estudo da doença", onde na construção civil atribui-se patologia ao estudo dos danos ocorridos em edificações.

Segundo Souza (1998), tem-se o planejamento como sendo o primeiro passo para a realização de uma obra, levando em consideração a programação de atividades, a contratação de mão de obra, o planejamento do canteiro de obras bem como os materiais a serem comprados de acordo com o seu uso, porém, isto geralmente não é obedecido, contribuindo para erros na etapa de construção e conseqüentemente, para o surgimento de manifestações patológicas. Alguns erros construtivos advêm de alguns fatores significantes, tais esses como a má capacitação da mão de obra, a falta de condições favoráveis ao trabalho, falta de fiscalização por parte de pessoas competentes bem como a má qualidade de materiais utilizados.

As manifestações patológicas podem ocorrer de diversas maneiras como trincas, fissuras, infiltrações ou danos por umidade excessiva na estrutura, de modo que é encontrada em diversos aspectos, recebendo o nome de manifestações patológicas.

Pretende-se com a realização do trabalho poder estudar cada uma das manifestações patológicas existentes em um Colegio Municipal, com o intuito de catalogar as mesmas, conhecer suas causas, um método correto de reparo e como um objetivo secundário, propor uma forma de inspeção para uma das patologias existentes e encontradas.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Levantar as manifestações patológicas de um colégio municipal localizado na cidade de Cascavel.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar a frequência das manifestações patológicas;
- Caracterizar o grau de risco das manifestações patológicas;
- Indicar as prováveis causas das manifestações patológicas;
- Indicar um provável método de reparo.

1.3. JUSTIFICATIVA

As manifestações patológicas existentes na edificação estudada podem vir a se manifestarem devido ao mal uso de materiais ou até mesmo por materiais de má qualidade, bem como problemas com o procedimento de execução, surgindo gastos com retrabalhos para o reparo dos mesmos.

A identificação e a solução dos problemas patológicos encontrados no empreendimento analisado são muito importantes, pois se trata de um ambiente com um grande fluxo de pessoas. Logo, a boa aparência da estrutura transmite uma boa imagem do colégio, como também segurança para as pessoas que utilizam o local.

Por se tratar de uma obra antiga, e de grande importância para a sociedade, à identificação das manifestações patológicas, sua manutenção e reparos precisam ser constantes para que não causem desconforto ao usuário e também não venha causar prejuízos financeiros, desgaste da imagem do colégio e problemas futuros.

Com isso, a realização do levantamento das manifestações patológicas existentes de forma a apontar quais os motivos que levaram seu surgimento é de grande importância, bem como o meio correto de realizar os reparos de cada uma destas.

1.4. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são as patologias que existem no Colégio Municipal Almirante Barroso, localizado na cidade de Cascavel, Paraná?

1.5. FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

As manifestações patológicas levantadas no colégio Municipal Almirante Barroso são em sua maioria causadas pelas fissuras, trincas, bolor e oxidação de estrutura metálica.

1.6. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa será limitada ao levantamento das patologias existentes no Colégio Municipal Almirante Barroso localizado na Rua Marechal Floriano, 3632, no centro da cidade de Cascavel, Paraná, o colégio atua neste endereço desde 1987 e passou por algumas reformas de ampliação, e apenas por pequenas manutenções, sendo analisado o edifício na parte interna e externa, excluindo telhados e calçadas internas e externas.

O levantamento das manifestações patológicas foi realizado por inspeção visual e questionários, não ocorrendo testes laboratoriais. Restringe-se à pesquisa a localização da manifestação patológica, possível reconhecimento das causas e sugestão do método corretivo.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foram abordados neste capítulo a conceituação de patologias, bem como seu mecanismo de origem, causas e consequências para a construção civil.

2.1.1 Patologias na construção civil

Segundo Nazario e Zancan (2011), patologia é a parte da medicina que estuda doenças. A palavra patologia tem origem grega de “phatos” significando sofrimento e “logia” sendo o estudo da ciência. Então, define-se a palavra patologia como a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças.

Desde o surgimento das construções, os humanos tem se preocupado com suas necessidades, acumulando o conhecimento para a elaboração de novas tecnologias e métodos construtivos, analisando e detalhando as estruturas, porém, apesar de todo o desenvolvimento tecnológico, existem inevitáveis falhas nas construções, as quais prejudicam o desempenho de algumas estruturas, ocasionando as patologias da construção civil (RIPPER e SOUZA, 1998).

Para Do Carmo (2003), patologias das construções é uma área que tem a preocupação com as origens de falhas, manifestações, bem como as consequências destas, exigindo-se assim, um grande conhecimento de profissionais desta área para posteriores diagnósticos adequados, devido ao fato de as patologias se tratarem de uma série de acontecimentos relacionados para o eventual problema, demandando uma intervenção com métodos corretivos, prolongando então a vida útil de uma edificação.

Uma das grandes preocupações relacionadas aos problemas patológicos é que, em edificações, estas manifestações podem evoluir constantemente, gerando problemas mais graves, os quais podem levar a colapso a estrutura. Por isso, é de suma importância a intervenção com métodos corretivos, executando-os o quanto antes, tornando a edificação com uma vida útil maior, efetiva e por consequência, mais barata, tendo uma relação com o custo, o que demonstra a Lei de Evolução de Custos, conforme Figura 1.

Figura 1: Lei da evolução dos custos

Fonte: Sitter, (1984) apud Helene (1992)

A manutenção preventiva condiz com processos de identificação, reparo, reforço e proteção de estruturas que deixaram de desempenhar suas funções para qual foram projetadas e assim, apresentam evidentes manifestações patológicas. Para esta ação, pode-se associar um custo relativo de 125 vezes superior ao custo das medidas que poderiam e deveriam ser adotadas nas fases anteriores, tendo o mesmo resultado de durabilidade da estrutura (HELENE, 1992).

2.1.2 Desempenho

Para Thomas (1989), desempenho está priorizado em edifícios que necessitam de algumas exigências com mais especificidade em suas vidas úteis, atendendo assim a algumas normas técnicas vigentes, tendo os profissionais da área de engenharia que contratar serviços de qualidade, entregando um produto final com padrão mais alto para o consumidor, visando manifestações futuras durante a vida da edificação.

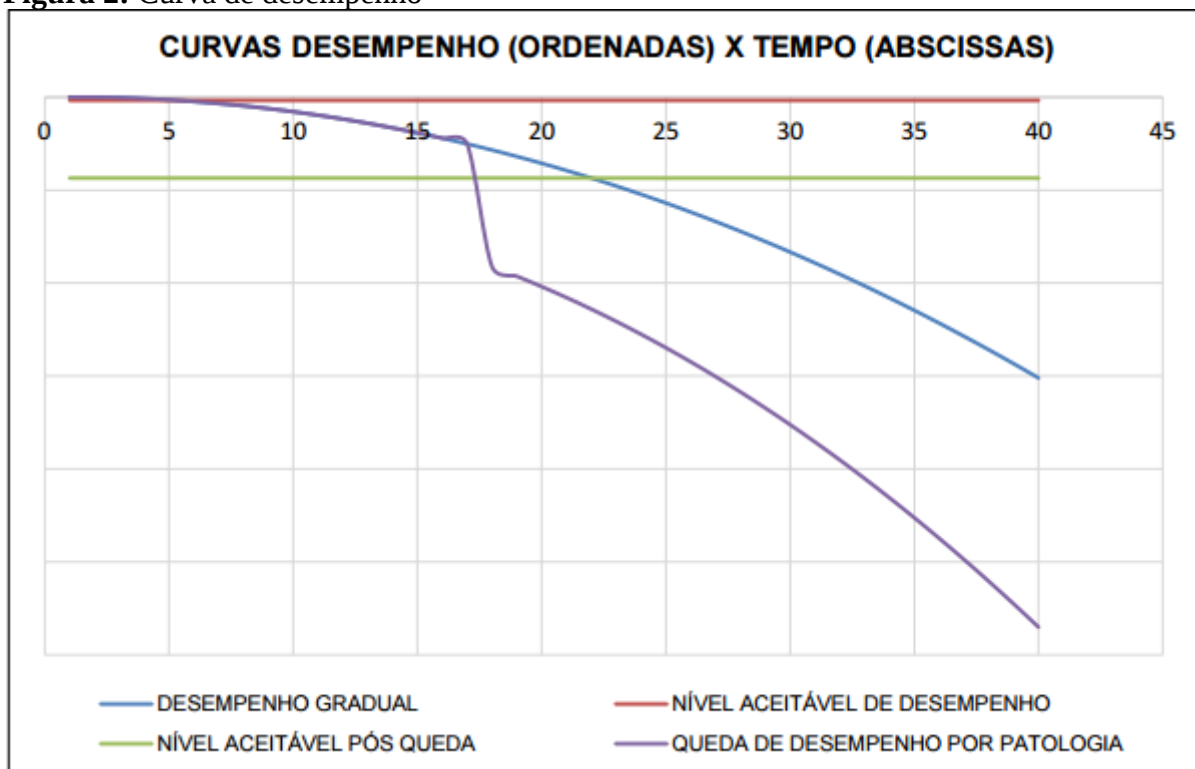
As edificações devem satisfazer condições mínimas em aspectos de habitação, manutenção e uso e são comumente estabelecidas por padrões ou critérios regidos pela norma técnica da NBR 15575 ABNT (2013). Nesta norma, existem condições que são regulamentadas, descrevendo as condições as quais os materiais ou componentes das edificações devem atender.

Existem algumas variantes de abordagem da qualidade na construção civil, sendo elas através de análises comparativas, levando em consideração 10 métodos construtivos diferentes em várias etapas do processo de construção, sendo estas o projeto, a execução e o uso do produto final (CBIC, 2013).

Ao entorno do desempenho de edificações, pode-se dizer também que se em algum momento da vida útil de certo elemento, este apresentar um desempenho não satisfatório, não significa que este elemento de certa forma não seja mais próprio para uso. Para as patologias, a avaliação das condições de uso de certo elemento é o grande objetivo na construção civil, tendo em vista uma intervenção técnica de maneira a reabilitar a estrutura, prolongando assim a sua vida útil (RIPPER e SOUZA, 1998).

Na Figura 2, a curva roxa demonstra uma edificação a qual sofreu uma considerável perda repentina de desempenho, causada por um fator externo não previsto durante a fase de projeto e execução da construção. Já a curva azul é uma amostra de uma edificação que apresenta uma queda de desempenho desde seu início, causado por falha de concepção de projeto ou má qualidade na execução.

Figura 2: Curva de desempenho



Fonte: Crimonini (1988).

Entende-se que, conforme a Figura 2, o nível mínimo de desempenho é diferente, sendo menor quando os problemas possuem causas externas (CREMONINI, 1988).

2.1.3 Vida útil e durabilidade

Entende-se por durabilidade, o tempo estipulado em que um material deve oferecer o seu potencial para suprir suas funções com um desempenho satisfatório, porém, neste período de tempo é necessária a realização de manutenções específicas, de acordo com recomendações dos fornecedores para um possível reparo das degradações sofridas. Pode-se dizer então que durabilidade é a capacidade da edificação de desempenhar suas funções ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção previamente especificadas (CBIC, 2013).

Havendo algum tipo de problema, ocasionado pela perda de desempenho da estrutura, deve-se realizar uma análise auxiliando na tomada de decisões, adotando-se sempre a opção mais relevante, respeitando pontos técnicos, econômicos e socioambientais (RIPPER e SOUZA, 1998).

2.1.4 Patologias na manutenção

Para uma melhor garantia de desempenho de um produto, é de grande importância a realização de manutenções periódicas, prolongando assim a sua vida útil de projeto e evitando o surgimento de patologias por má utilização por parte do usuário (RIPPER e SOUZA, 1998).

Conforme estabelecido pela norma técnica NBR 15575 ABNT (2013), todos os sistemas, componentes e elementos de uma edificação devem manter a sua capacidade de funcionalidade durante toda a sua vida útil de projeto. Para isso, se faz necessária a formatação do manual de uso e operação, bem como de sua manutenção, mostrando-se essencial para auxiliar na conservação do edifício em questão.

É de suma importância que se realizem os procedimentos de intervenções periódicas de manutenção, especificadas pelo manual do fornecedor no ato da compra de um específico equipamento. Devem ser realizadas manutenções preventivas e sempre que necessário, manutenções corretivas, realizadas assim que algum problema vir a se manifestar, além de impedir pequenas falhas de progredirem (RIPPER e SOUZA, 1998).

Ripper e Souza (1998), muitas vezes apenas ações simples que não são realizadas como, limpeza e impermeabilização de marquises, lajes de coberturas, ou até mesmo feitos de

maneira errônea podem causar problemas sérios de infiltrações, deteriorando assim os materiais da estrutura em questão. Alguns dos danos causados pela falta de manutenção preventiva nas edificações podem evitar imensos problemas e em alguns casos evitar até mesmo que leve a ruína da edificação.

2.1.5 Patologias na execução

A construção civil difere-se de todos os outros segmentos pelo fato de variar os métodos construtivos de acordo com o projeto de edificação a ser executado, tendo a influência de se ter os materiais disponíveis, do comportamento do solo para edificações no entorno, ou seja, apesar de se terem projetos parecidos, as formas de serem executados possuem suas particularidades (FREIRE, 2010).

Segundo Ripper e Souza (1998), tem-se o planejamento como sendo o primeiro passo para a realização de uma obra, levando em consideração a programação de atividades, a contratação de mão de obra, o planejamento do canteiro de obras bem como os materiais a serem comprados de acordo com o seu uso, porém, isto geralmente não é obedecido, contribuindo para erros na etapa de construção e consequentemente, para o surgimento de patologias. Alguns erros construtivos advêm de alguns fatores significantes, tais esses como a má capacitação da mão de obra, a falta de condições favoráveis ao trabalho, falta de fiscalização por parte de pessoas competentes bem como a má qualidade de materiais utilizados.

Para a etapa de execução de um projeto, os maiores problemas pertinentes em grande parte das vezes estão relacionados à qualidade da mão de obra, pela falta de treinamento e qualificação de funcionários. É de suma evidência o treinamento de operários, levando em consideração o custo benefício de um treinamento adequado para a execução de serviços, tendo uma melhora em agilidade e otimização de serviços e perdas de materiais (SILVEIRA, 2002).

2.1.6 Patologias no projeto

Para a idealização de um projeto, existem duas etapas de idealização, sendo o planejamento e o projeto. O primeiro é onde será definida a função da edificação, levado em conta a relação das necessidades do usuário. Já para o segundo, sua principal função é de desempenho da edificação com relação à área técnica, sendo uma etapa de suma importância, devido ao fato de que serão adotados os métodos e materiais a serem utilizados, assim como o projeto estrutural e o gerenciamento dos processos construtivos (HELENE, 1993).

Segundo Ripper e Souza (1998), muitas patologias são ocasionadas no período de utilização da edificação e tem sua origem de um anteprojeto com falhas, porém com o projeto final apresentando falhas, o mesmo tende a resultar em problemas mais sérios na construção.

Conforme Helene (1993), grande parte das falhas advindas da concepção de projeto são as responsáveis por um encarecimento significativo da construção, tornando o processo executivo mais lento. Algumas destas falhas podem ser os elementos estruturais mal distribuídos, tendo esforços não previstos no projeto, cálculo incorreto da estrutura ou até mesmo de resistência do solo, especificações de materiais inadequados e também detalhamentos com certas restrições ou até mesmo errados.

2.1.7 Tipos de manifestações patológicas

2.1.7.1 Eflorescência

Segundo Peres (2001), a eflorescência é ocasionada por um processo químico, gerando assim depósitos de sais geralmente nas superfícies dos materiais, promovendo manchas brancas visíveis. Em grande parte destas eflorescências não são ocasionados danos, porém em alguns casos, pode ocorrer uma degradação profunda conforme Figura 3.

Figura 3: Eflorescência no encontro de vigas



Fonte: Klimpel e Santos (2010)

Na composição química dos sais gerados pela eflorescência, podem ser destacados os sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e os sais de alcalinos – terrosos (cálcio e magnésio), podendo estes ser solúveis em água. Através da incidência de água por infiltrações da água da chuva ou até mesmo do solo, os materiais utilizados na edificação reagem e a solução formada migra para as superfícies e, pelo processo de evaporação, cria um depósito de sais (PERES, 2001).

Os sais mais comuns em eflorescência, por sua solubilidade em água, tem sua fonte provável de surgimento conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Natureza das eflorescências

Composição Química	Formula Química	Solubilidade em Água	Fonte Provável
Carbonato de Cálcio	CaCO_3	Pouco Solúvel	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa ou concreto e argamassa de cal não carbonatada
Carbonato de Magnésio	MgCO_3	Pouco Solúvel	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa de cal não carbonatada
Carbonato de Potássio	K_2CO_3	Muito Solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis
Carbonato de Sódio	Na_2CO_3	Muito Solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis
Hidróxido de Cálcio	Ca(OH)_2	Solúvel	Cal liberada na hidratação do cimento
Sulfato de Cálcio Dihidratado	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Parcialmente Solúvel	Hidratação do sulfato de cálcio do tijolo
Sulfato de Magnésio	MgSO_4	Solúvel	Tijolo, água de amassamento
Sulfato de Cálcio	CaSO_4	Parcialmente Solúvel	Tijolo, água de amassamento
Sulfato de Potássio	K_2SO_4	Muito Solúvel	Reação tijolo- cimento, agregados, água de amassamento
Sulfato de Sódio	Na_2SO_4	Muito Solúvel	Reação tijolo- cimento, agregados
Cloreto de Cálcio	CaCl_2	Muito Solúvel	Água de amassamento
Cloreto de Magnésio	MgCl_2	Muito Solúvel	Água de amassamento
Nitrato de Potássio	KNO_3	Muito Solúvel	Solo adubado ou contaminado
Nitrato de Sódio	NaNO_3	Muito Solúvel	Solo adubado ou contaminado
Nitrato de Amônio	NH_4NO_3	Muito Solúvel	Solo adubado ou contaminado

Fonte: UEMOTO (1985) *apud* PAGANIN 2014

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. [...] ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais. (VERÇOZA, 1991 *apud* SOUZA, 2008, p.08).

2.1.7.2 Bolor

Conforme Souza (2008), os defeitos pela falta de impermeabilizantes são ocasionados pela entrada de água em materiais, formando os bolores e gerando problemas graves como o prejuízo funcional, podendo ocasionar complicações a saúde e até mesmo prejuízos financeiros. O aparecimento desta patologia é muito comum em edificações que ficam em regiões tropicais, sendo um problema de grande influência estética, onde em grande parte destas patologias é necessário refazer por inteiro o revestimento em consideração.

Para Peres (2001), os fungos se desenvolvem de acordo com as condições ambientais, surgindo assim os chamados bolores. Entre os fatores de maior influência para o seu aparecimento, está a grande incidência de umidade, tendo em vista que esta pode se apresentar no material no qual o fungo se desenvolve ou até mesmo no ambiente em que a umidade está por volta de 75%. Sua prevenção pode ser programada até mesmo na fase de projeto, sendo pré-estabelecidos pontos de ventilação e insolação de maneira adequada ou até a adição de fungicidas em materiais expostos à umidade e a pouca ventilação.

A umidade em edificações traz grandes problemas, degradando a construção e ocasionando uma grande dificuldade no reparo destas. Boa parte destes problemas é relacionada muitas vezes pelas características construtivas não serem executadas de maneira correta e também pela falta de limpeza e manutenção em locais com grande volume de umidade. Hoje em dia, este acúmulo de água em materiais pode ser amenizado com os chamados impermeabilizantes, criando uma camada protetora no produto, evitando tais patologias (SOUZA, 2008).

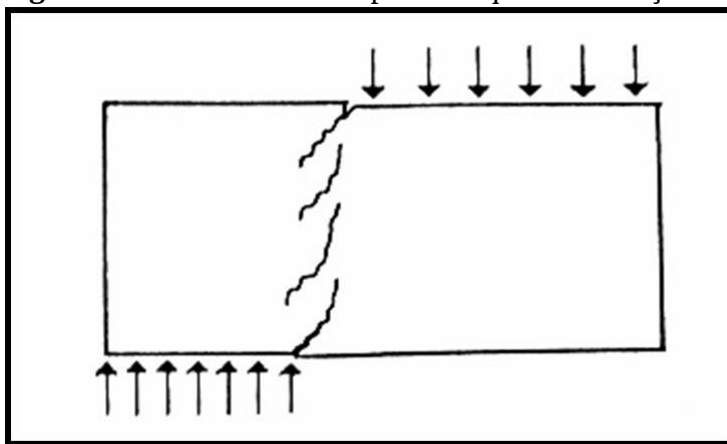
2.1.7.3 Trincas e fissuras

Trincas e fissuras são, de modo geral, pequenas aberturas que surgem nas edificações, sendo elas em revestimentos como também na própria estrutura. De modo geral, as dimensões de uma fissura se dão por aberturas de até 0,5 mm. Já as trincas têm seu tamanho ampliado com aberturas entre 0,5 a 1,5 mm (PERES, 2001).

Em grande parte, as fissuras e trincas se dão por diversos motivos, dos quais pode se destacar as principais causas:

- Fissuras e trincas decorrentes do recalque (acomodação das estruturas de fundação, do solo, aterro), conforme Figura 4.

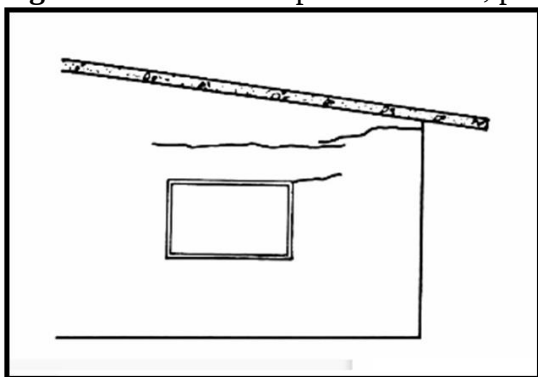
Figura 4: Fissuras causadas por recalque da fundação



Fonte: Thomaz (1989)

- Fissuras e trincas decorrentes da retração (podendo se manifestar tanto nos revestimentos quanto nas estruturas de concreto), de acordo com Figura 5.

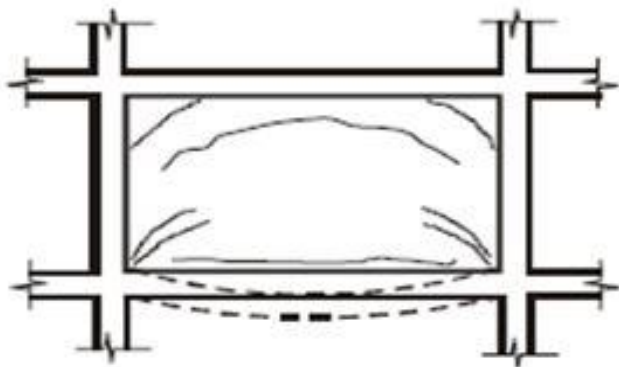
Figura 5: Fissuras em parede externa, promovidas pela retração da laje de cobertura



Fonte: Thomaz (1989)

- Fissuras e trincas decorrentes da movimentação da estrutura (remoção do cimbramento antes do recomendado), Figura 6.

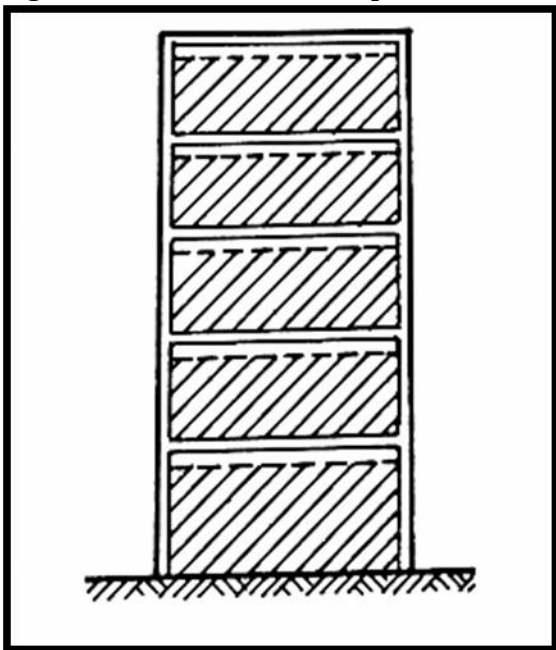
Figura 6 - Deformação na viga de apoio



Fonte: Duarte (1988)

- Fissuras e trincas decorrentes da amarração (entre elemento estrutural e alvenaria de fechamento), Figura 7.

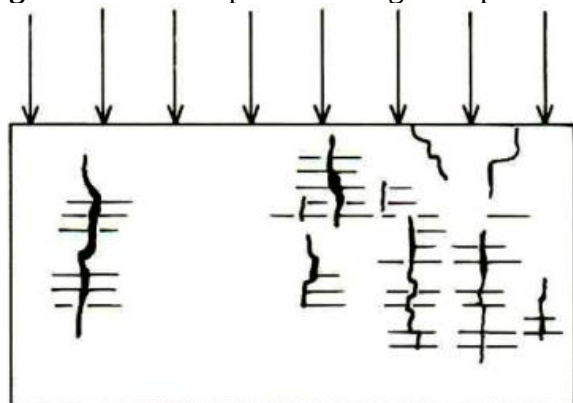
Figura 07: Encunhamento a posteriori



Fonte: Thomaz (1989)

- Fissuras e trincas decorrentes de sobrecargas não previstas e impactos acidentais, Figura 8.

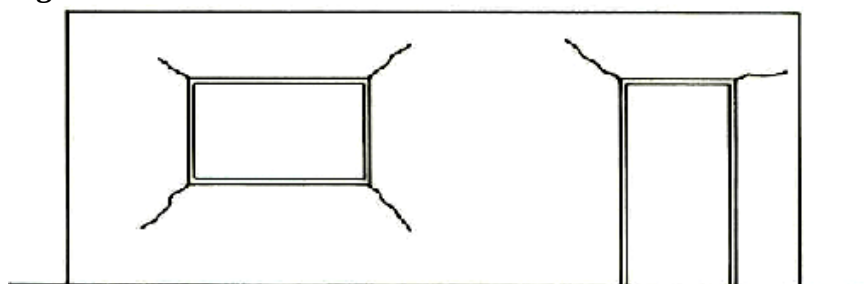
Figura 8: Fissuras por sobrecarga não prevista



Fonte: Thomaz (1989)

- Fissuras e trincas decorrentes da não utilização de vergas, Figura 9.

Figura 9: Fissuras em aberturas



Fonte: Thomaz (1989)

Para Ripper e Souza (1998), deve-se, em primeiro passo, realizar a identificação da causa da fissura para que posteriormente se tomem as devidas decisões do tipo de tratamento a ser adotado e também se há a necessidade de execução de algum tipo de reforço em questão na peça já fissurada. Tomando-se assim, em últimos casos a decisão em últimos casos da condenação e demolição da estrutura.

Todo projeto em sua elaboração conta com uma percentualidade de possibilidade de fissuras no concreto em algumas regiões que pode ocorrer trações, alcançando limitações de fissuras, de maneira estética, deformável, durável e estrutural (THOMAZ, 1989).

2.1.7.4 Corrosão

Para Dean (1993), uso do aço estrutural na construção civil requer um cuidado muito delicado para a escolha de materiais, no projeto, pois mais cedo ou mais pode haver graves problemas de corrosão.

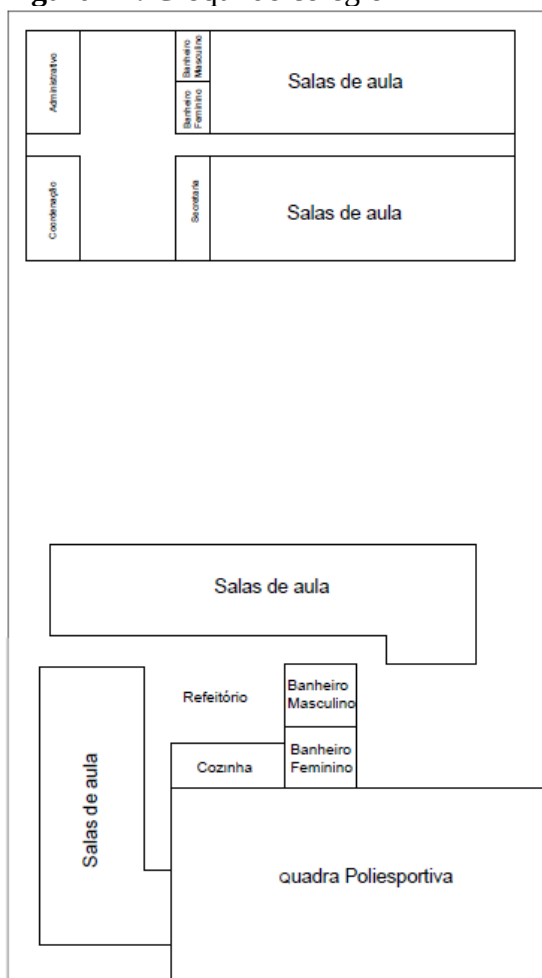
Conforme Gentil (1996), corrosão se dá por um processo de reações químicas heterogêneas ou eletroquímicas que através da superfície, passam de separação entre o metal e o meio corrosivo, destruindo assim o metal e se propagando pela superfície. As diferentes formas de corrosão e suas características, segundo Gentil (1996), são descritas abaixo:

- Uniforme: processa em toda extensão de sua superfície, perdendo espessura. É chamada de corrosão generalizada;
- Por placas: localizada em partes da superfície metálica, formando placas e escavações;
- Alveolar: produz sulcos ou escavações;
- Puntiforme ou por pites: são cavidades com o fundo em forma de ângulo e profundidade maior que o seu diâmetro;
- Intragranular: ocorre nos grãos da rede cristalina do metal, que ao perder suas propriedades mecânicas, pode romper;
- Filiforme: com a forma de filamentos que se propagam em diferentes direções, ocorrendo em superfícies revestidas com tintas, removendo o seu revestimento;
- Esfoliação: ocorrendo em chapas ou componentes extrudados e como consequência desintegra o material em forma de placas paralelas;
- Empolamento pelo hidrogênio: o hidrogênio penetra no material metálico e difunde-se rapidamente em regiões de descontinuidades, formando pressão e então, bolhas;
- Em torno do cordão de solda: observa-se em torno do cordão de solda.

Borsato (2009) informa que a vida útil das estruturas abrange uma análise de todas as etapas do processo construtivo. Os engenheiros precisam pensar no ciclo de vida das estruturas e dar importância no monitoramento e na manutenção das estruturas. A durabilidade das estruturas vai depender desses cuidados com os detalhes no projeto, do nível de exposição da estrutura e de sua proteção, sendo que cada sistema tem suas características e seus cuidados específicos.

O colégio possui 20 salas de aula e 2 blocos, tem aproximadamente 50 funcionários e 400 alunos. Alunos estes que estudam no ensino fundamental tendo aulas ministradas no período matutino e vespertino, o colégio dispõe de uma cantina e uma quadra poliesportiva, de acordo com Figura 11. A área total do colégio é de 1.620,89 m², sendo que o colégio atua neste endereço desde 1987.

Figura 11: Croqui do colégio



Fonte: Autor (2017)

3.1.2 Coleta de dados

A coleta dos dados foi realizada através de visitas a escola com o objetivo de verificar e registrar as manifestações patológicas existentes no local, com o auxílio de fissurometro, Pretendeu-se, para este registro, utilizar-se de uma tabela na qual foi possível registrar a manifestação patológica encontrada e que possibilite registrar informações sobre a mesma, como o grau de gravidade destas patologias fornecidas Paganin (2014), conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Tabela para levantamento dos problemas patológicos.

FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLOGICOS		
Dados da Obra Analisada		
Obra Analisada:		
Definição da Obra:		
Nº de Comodos		
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:		

Fonte: Paganin, (2014) – Adaptado.

Sendo que o embasamento para classificação do grau de gravidade dos problemas, foi a partir da NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL IBAPE/SP - 2011. Onde fundamenta que deve-se levar em consideração os limites e os níveis da inspeção predial realizada para classificação quanto ao grau de risco de uma falha ou anomalia.

Considerando que, grau de risco critico: relativo ao risco que pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e

desvalorização acentuada, recomendando intervenção imediata. Grau de risco regular: relativo ao risco que pode provocar a perda de funcionalidade sem prejuízo à operação direta de sistemas, perda pontual de desempenho (possibilidade de recuperação), deterioração precoce e pequena desvalorização, recomendando programação e intervenção em curto prazo. Grau de risco mínimo: relativo a pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário; recomendando programação e intervenção em médio prazo.

3.1.2.1 Visita ao local

Foram realizados levantamentos visuais das patologias de forma a realizar registros fotográficos para facilitar a visualização da patologia, mantendo a mesma como registro, e com medições das áreas internas e externas afetadas, bem como uma planilha de todas as patologias encontradas e a frequência de sua ocorrência juntamente com suas respectivas fotos.

3.1.3 Análise dos dados

Através dos conhecimentos obtidos, auxiliados de pesquisas bibliográficas com materiais de assuntos pertinentes ao tema, para uma maior facilidade de diagnóstico das manifestações patológicas levantadas, apontando suas origens e causas, elaborando assim uma tabulação de frequências destas e apontando correções para as patologias encontradas.

Também foi feita a avaliação geral do estado de conservação do colégio a partir da Tabela 3, fornecida pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná (2014).

Tabela 3: Formulário de avaliação de condição geral.

ITENS	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	NÃO EXISTE
Cobertura (teto/telhado)						
Forros e lajes						
Paredes (considere estrutura e não pintura)						
Pavimentação (calçamento e áreas de circulação)						
Pinturas (internas e externas)						
Pisos (considere os pisos dos ambientes)						
Revestimentos (paredes revestidas de cerâmica)						
Rodapés, soleiras, peitoris, beiral						
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 superintendência de desenvolvimento educacional (2014) – adaptada

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a metodologia proposta no item anterior foi apresentado o estudo das manifestações patológicas encontradas na edificação do colégio na cidade de Cascavel-PR, com os dados das ocorrências encontradas foram feitos a descrição, análise de cada ocorrência indicando suas possíveis causas, bem como prováveis métodos de reparo.

4.1.1 Análise das patologias

A análise das manifestações patológicas teve início no bloco I, em seguida passando para o bloco 2 e por último o levantamento da quadra, assim realizando registro fotográfico de todas as manifestações patológicas encontradas com a elaboração da Tabela 4 da frequência, separando e enumerando os tipos de cada manifestação patológica recorrente dentro do colégio.

Tabela 4: Formulário para levantamento das patologias

Tipo de Patologia	Frequência	Ambiente
Trinca causada por sobrecarga vertical	1	Parede
Fissuras e trincas causadas em cantos de aberturas	16	Parede
Fissuras causadas pela retração da argamassa	8	Parede
Fissura causada pela variação térmica da laje	2	Parede
Oxidação de estrutura metálica	2	Estrutura Metálica
Bolor	3	Parede

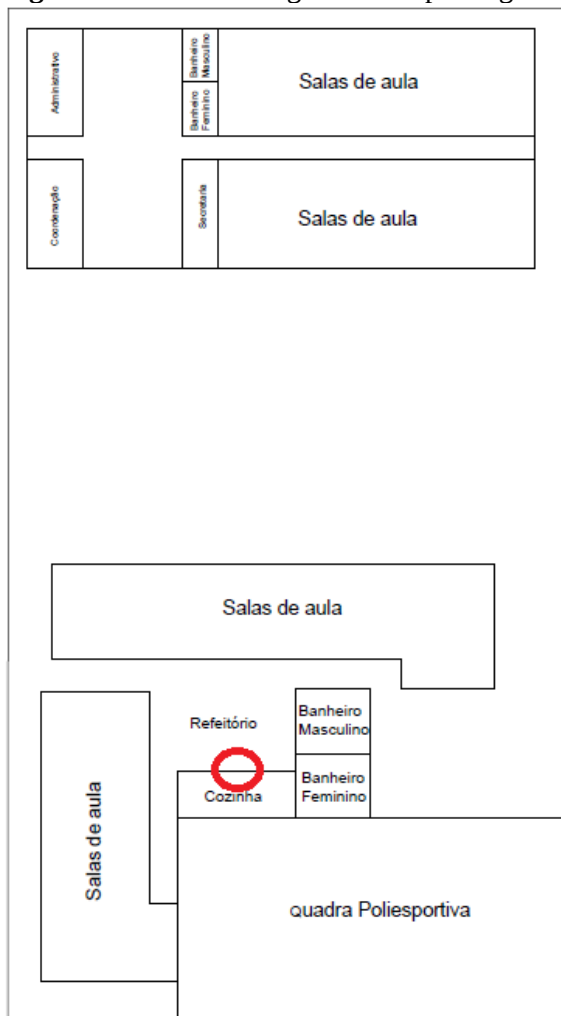
Fonte: Autor (2017)

Foi utilizado um fissurômetro para se obter as medidas das aberturas das fissuras e trincas encontradas. Segundo a NBR 9575 (2003), as microfissuras têm abertura inferior a 0,05 mm. As aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras e as maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas.

4.1.1.1 Trinca causada por sobrecarga vertical

Foi elaborado um croqui do local de surgimento da manifestação patológica encontrada por sobrecarga vertical, tendo seu aparecimento entre a alvenaria da cozinha e do refeitório conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12: Local de surgimento da patologia



Fonte: Autor (2017)

Foi encontrada uma trinca ocasionada por sobrecarga vertical na alvenaria, com auxílio de um fissurômetro foi classificada como trinca por possuir abertura maior que 0,5mm. Foi aplicado o formulário para levantamento das manifestações patológicas como mostra a Tabela 5 e após realizou-se registro fotográfico.

Tabela 5: Formulário para levantamento da patologia de trinca por sobrecarga vertical

FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS	
Dados da Obra Analisada	
Obra Analisada:	Colégio Municipal em Cascavel - PR
Definição da Obra:	Edifício executado em alvenaria convencional
Nº de salas:	20
Área total da obra	1620 m ²
Vistoria do Local	
Problema Patológico:	Trinca
1- Local da Patologia:	Parede
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?
Nenhum fato esta ligado inicialmente a esta manifestação patológica.	
2-	Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?
Não foi recuperada ou tratada anteriormente esta manifestação patológica.	
3-	As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas?
Não, nenhuma alteração ocorre com a mudança de clima.	
4-	Existe o mesmo sintoma em outros locais?
Não, esta patologia é presente apenas em 1 local.	
Considerações:	

Fonte: Autor (2017)

Foi considerado para essa manifestação o grau de risco mínimo, causando apenas danos visuais, e não tendo risco de evoluir para um risco regular. É considerada trinca, pois possui a espessura maior que 0,5 mm como expõe a (NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL IBAPE/SP – 2011), Figura 13.

Figura 13: Trinca causada por sobrecarga vertical.

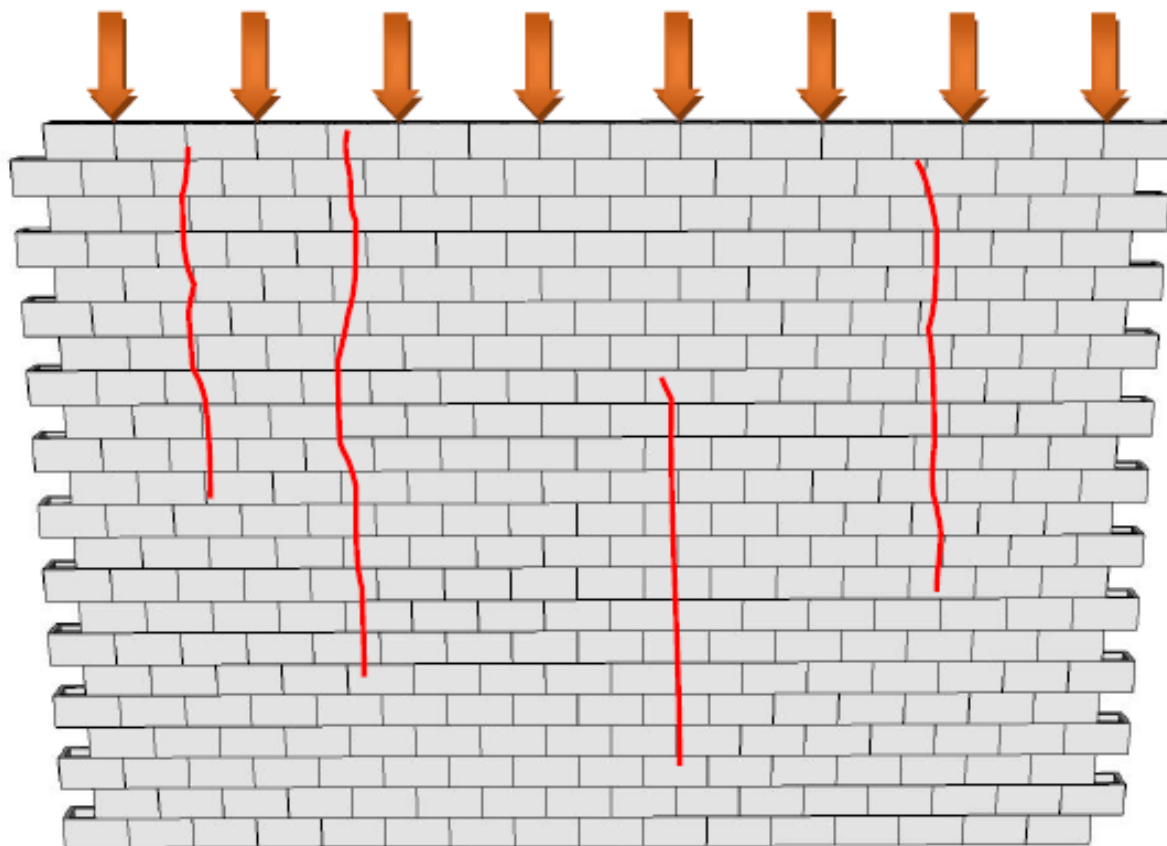


Fonte: Autor, (2017).

A ação de sobrecargas, com previsão ou não em projeto, pode produzir fissuras nos elementos estruturais e de vedação tais como pilares, vigas e alvenarias. De acordo com (THOMAZ,1989). Em alvenarias de trechos contínuos, que são solicitadas por sobrecargas de forma uniformemente distribuídas, podem surgir dois tipos muito característicos de trincas, como as verticais e horizontais sendo estas:

- Trincas verticais, geradas pela deformação transversal da argamassa, pela atuação de tensões de compressão uniformemente distribuídas ou da flexão local dos componentes de alvenaria, como mostrado na Figura 14.

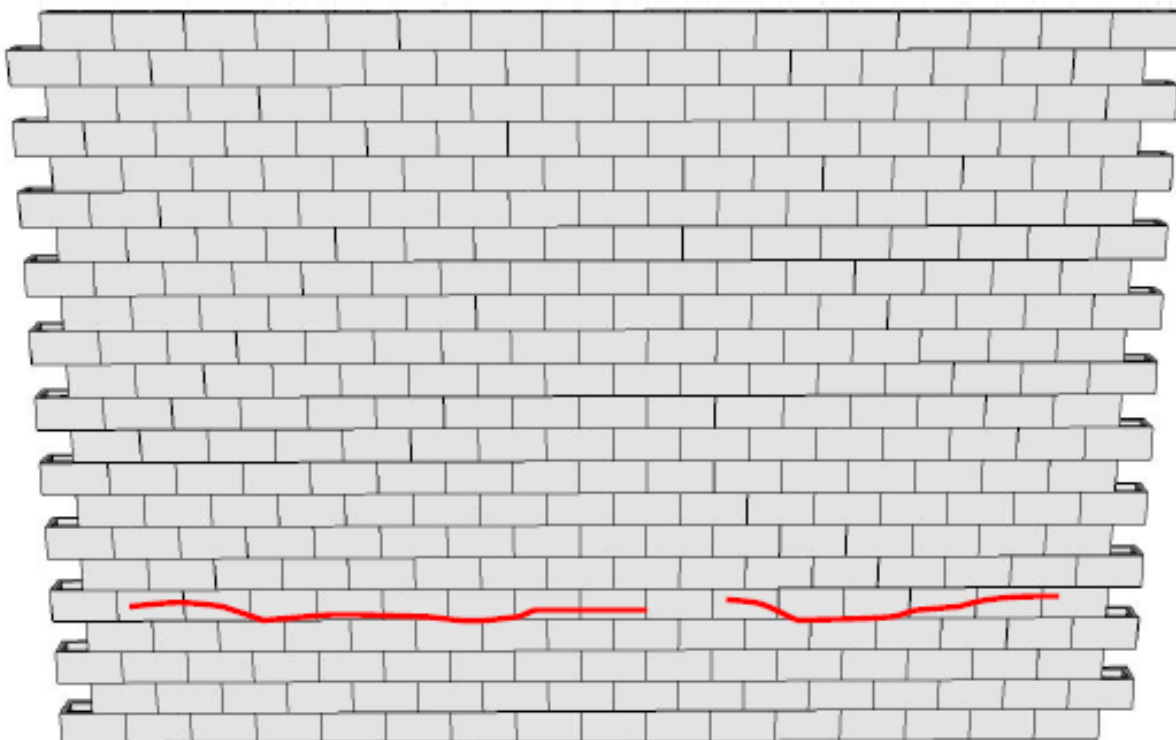
Figura 14: Representação de fissura vertical



Fonte: Autor (2017)

- Trincas horizontais, originadas pela ruptura de compressão dos elementos da alvenaria ou da própria argamassa de assentamento ou ainda pela atuação de flexocompressão da parede, conforme Figura 15.

Figura 15: Representação de fissura horizontal



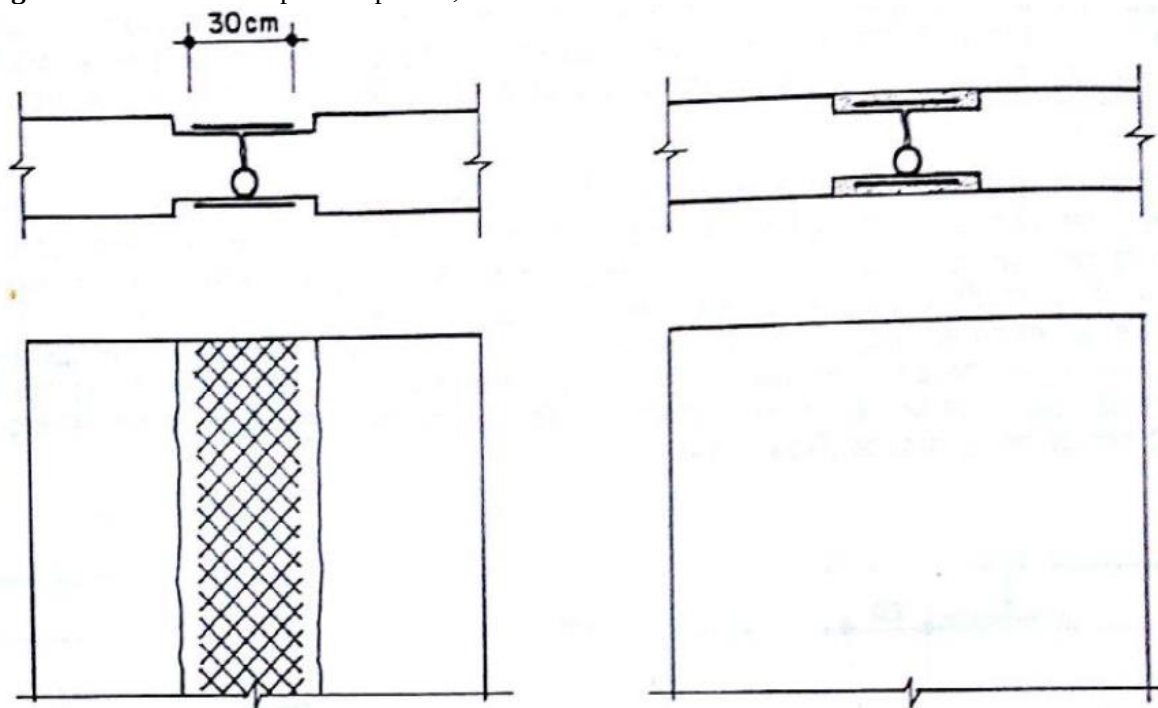
Fonte: Autor, (2017)

As fissuras encontradas no colégio foram do tipo vertical podendo ser originadas por carregamento excessivo de compressão na região central da parede, com maior abertura no topo da alvenaria. Segundo Richter (2007), as fissuras verticais acontecem devido aos esforços transversais de tração induzidos, ocasionadas pelo atrito da superfície da junta da argamassa com a maior face dos tijolos.

Na maioria das vezes a argamassa ao ser comprimida deforma-se também, mas com intensidade menor. Durante este procedimento há uma tendência da argamassa se expandir, transmitindo tração lateral aos elementos. Estes esforços laterais de tração nas unidades são os principais geradores das fissuras verticais (RICHTER, 2007).

Para executar a recuperação desta manifestação patológica, Thomaz (1989), indica o método de introdução a bandagem no revestimento ou também a utilização de tela metálica ou de *nylon* na pintura. No transpasse da tela o comprimento deve conter aproximadamente 15 cm para cada lado da trinca ou fissura, como é representado na Figura 16.

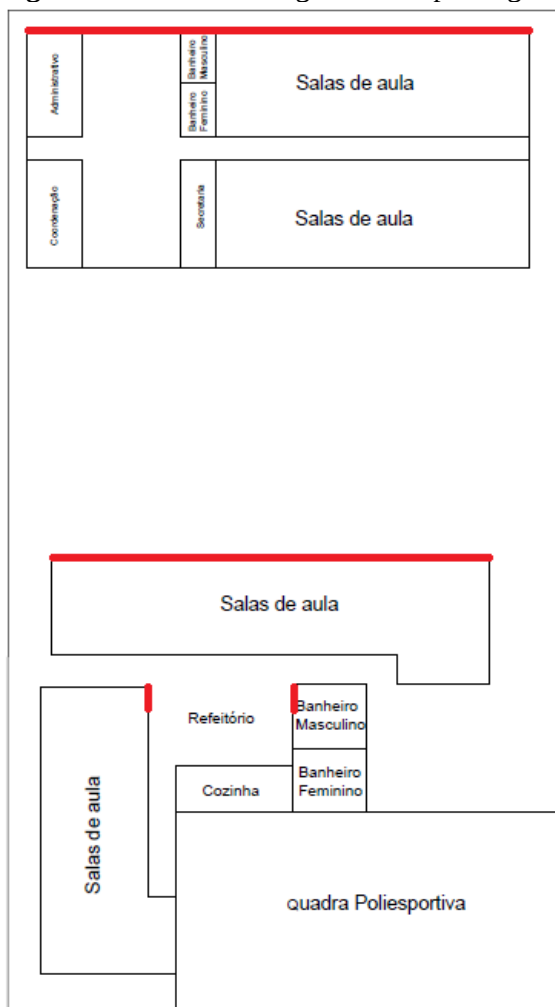
Figura 16: Método de reparo de parede, com tela metálica



Fonte: Thomaz (1989)

4.1.1.2 Fissuras e trincas causadas em cantos de aberturas

Foi elaborado um croqui do local de surgimento da manifestação patológica caracterizada por trincas e fissuras localizadas em cantos de aberturas, tendo seu aparecimento em todos os cantos das janelas do bloco 1 e 2 e também em portas localizadas próximas ao refeitório, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17: Locais de surgimento da patologia

Fonte: Autor (2017)

As fissuras localizadas em cantos de aberturas foram identificadas dezesseis vezes no colégio, sendo que algumas foram classificadas como trincas e outras como fissuras devido a dimensão da abertura. Foi aplicado o formulário para levantamento das patologias, conforme é indicado na Tabela 6.

Tabela 6: Formulário para levantamento das patologias de trincas e fissuras em aberturas

FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS	
Dados da Obra Analisada	
Obra Analisada:	Colégio Municipal em Cascavel – PR
Definição da Obra:	Edifício executado em alvenaria convencional
Nº de salas:	20
Área total da obra	1620 m ²
Vistoria do Local	
Problema Patológico:	Fissuras e trincas
1- Local da Patologia:	Parede
2- Problema Externo/Interno?	Interno e externo

3-	Gravidade do Problema:	Minimo
Anamnese do caso		
1-	Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?	
Nenhum fato esta ligado inicialmente a esta manifestação patológica.		
2-	Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?	
Não foi recuperada ou tratada anteriormente esta manifestação patológica.		
3-	As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas?	
Não, nenhuma alteração ocorre com a mudança de clima.		
4-	Existe o mesmo sintoma em outros locais?	
Sim, esta patologia esta presente em mais 4 ambientes do colégio.		
Considerações:		
Fotos Do Problema Patológico		

Fonte: Autor (2014)

Foi considerado para essa manifestação o grau de risco mínimo, causando apenas danos visuais, e não tendo risco de evoluir para uma de risco regular. Foram consideradas como trincas e fissuras por possuírem espessuras maiores e menores que 0,5 mm como expõe a (NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL IBAPE/SP – 2011), Figura 18

Figura 18: Fissura causada em cantos de aberturas

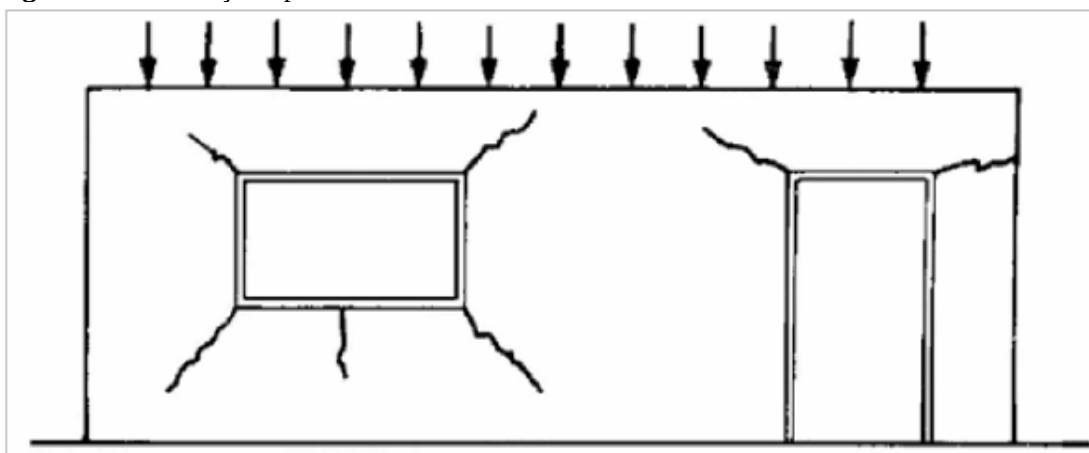


Fonte: Autor (2017)

O tipo de fissura que foi indicado na Figura 18 é característico em algumas janelas de salas de aula do colégio e também em portas do refeitório onde pode ter ocorrido pela ausência de vergas e contra vergas, dando origem às fissuras.

Em paredes de alvenaria que possuem aberturas como janelas ou portas, ocorre a reunião de tensões ao entorno do vão. Segundo Bauer (2014), no caso da inexistência ou subdimensionamento de vergas e contravergas, as trincas e fissuras se formam a partir dos vértices dessas aberturas conforme a representação indicada na Figura 19.

Figura 19: Fissuração típica causadas em cantos de aberturas.

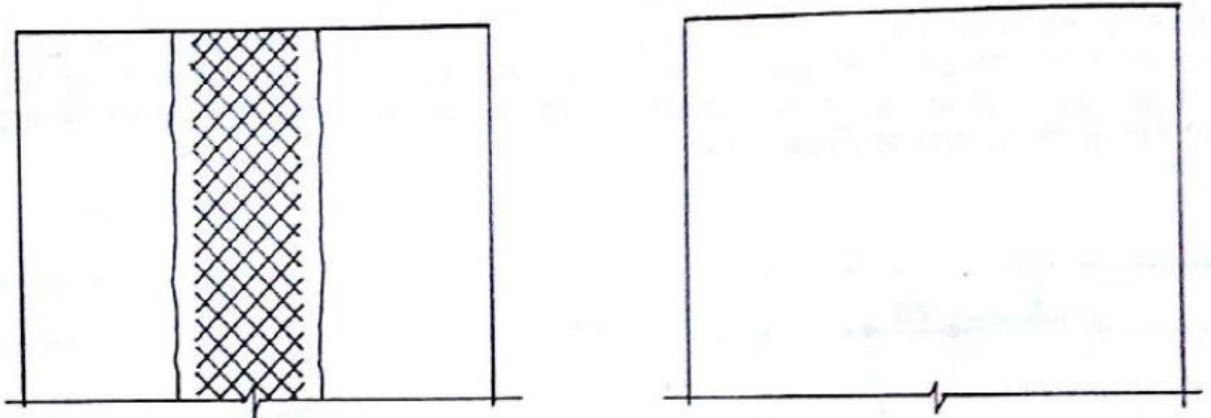


Fonte: Thomas, (1989).

Conforme Thomaz (1989), as fissuras podem aparecer sob diversas configurações em função da influência de uma gama de fatores, tais como: tamanho da abertura, posição da abertura, espessura da parede, relação entre o comprimento e a largura da parede, rigidez das vergas e contravergas, anisotropia dos materiais envolvidos no conjunto.

Segundo Thomaz (1989), pode-se realizar a reparo desta manifestação patológica superficialmente, adicionando bandagem no revestimento ou tela de *nylon* na pintura. Pode ser restabelecido o comportamento monolítico da parede através da inserção de armaduras no trecho fissurado ou por meio de telas metálicas inseridas no revestimento com comprimento de transpasse da tela de 15 cm para cada lado, como representado na Figura 20.

Figura 20: Método de recuperação de cantos de aberturas, com tela metálica.

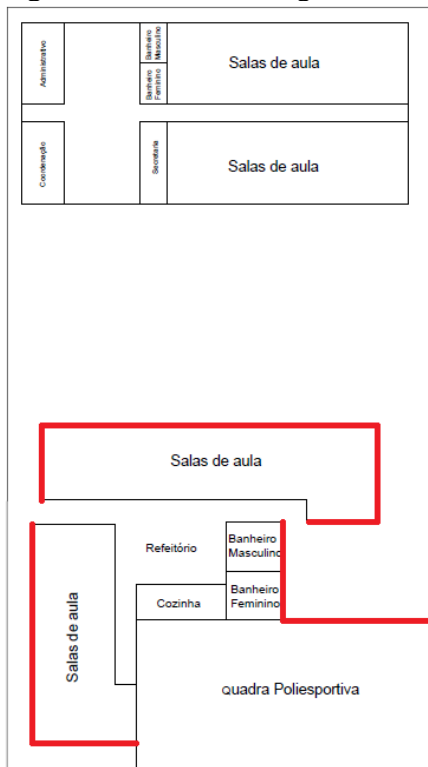


Fonte: Thomaz, 1989

4.1.1.3 Fissuras causadas pela retração da argamassa

Foi elaborado um croqui do local de surgimento da patologia encontrada por retração da argamassa, tendo seu aparecimento em toda a parte externa do bloco 2 e também em partes da alvenaria da área da quadra poliesportiva de acordo com o ilustrado na Figura 21.

Figura 21: Locais de surgimento das patologias



Fonte: Autor (2017)

Foram encontradas várias fissuras causadas pela retração da argamassa na parte externa do bloco 2 com auxílio de um fissurômetro e foram classificadas como fissura por possuírem aberturas menor que 0,5mm.

Foi aplicado o formulário para levantamento das manifestações patológicas como mostra a Tabela 7 e após realizou-se registro fotográfico.

Tabela 7: Formulário para levantamento das patologias de fissuras pela retração da argamassa

FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS	
Dados da Obra Analisada	
Obra Analisada:	Colégio Municipal em Cascavel – PR
Definição da Obra:	Edifício executado em alvenaria convencional
Nº de salas:	20
Área total da obra	1620 m ²
Vistoria do Local	
Problema Patológico:	Fissura
1- Local da Patologia:	Parede
2- Problema Externo/Interno?	Externo
3- Gravidade do Problema:	Minimo
Anamnese do caso	
1- Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?	Nenhum fato esta ligado inicialmente a esta manifestação patológica.
2- Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?	Não foi recuperada ou tratada anteriormente esta manifestação patológica.
3- As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas?	Não, nenhuma alteração ocorre com a mudança de clima.
4- Existe o mesmo sintoma em outros locais?	Sim, esta patologia esta presente em 8 ambientes do colégio.
Considerações:	
Fotos Do Problema Patológico	

Fonte: Autor (2017)

Foi considerada para essas manifestações o grau de risco mínimo, causando apenas danos visuais, e não tendo risco de evolução para risco regular. Foi considerada como fissura por possuírem espessuras maiores que 0,5 mm como expõe a (NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL IBAPE/SP – 2011), Figura 22.

Figura 22: Fissura causada pela retração da argamassa



Fonte: Autor (2017)

Segundo Romano (2002), retração é o fenômeno segundo o qual, após o processo de pega, o concreto, em exposição com o meio ambiente, sofre uma perda de suas dimensões sem a presença de aplicação de cargas externas, produzidas pelas forças capilares. A contração da argamassa introduz tensões de tração ao revestimento e consequentemente causa a fissuração da peça.

Para Thomaz (1989), vários fatores podem vir a intervir na retração de materiais que possuem cimento em sua composição, como:

- Composição química e finura do cimento: a retração tende a aumentar à medida que a finura do cimento aumenta, assim como a concentração de compostos como cloretos;
- Proporção de cimento adicionada à mistura: quanto maior a adição de cimento, maior será a retração;
- Natureza dos agregados: quanto menor o módulo de deformabilidade do agregado, maior sua suscetibilidade à compressão isotrópica e consequente maior retração;
- Granulometria dos agregados: quanto maior a finura dos agregados, maior será a quantidade de pasta de cimento necessária para preencher os vazios e, portanto, maior será a retração;
- Quantidade de água na mistura: quanto maior a relação água/cimento, maior a retração no processo de cura;

Foram encontradas duas trincas originadas pela variação térmica da laje. Foi aplicado o formulário para levantamento das manifestações patológicas como mostra a Tabela 8 e em seguida realizou-se o registro fotográfico da manifestação patológica.

Tabela 8: Formulário para levantamento das patologias de variação térmica da laje

FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS	
Dados da Obra Analisada	
Obra Analisada:	Colégio Municipal em Cascavel – PR
Definição da Obra:	Edifício executado em alvenaria convencional
Nº de salas:	20
Área total da obra	1620 m ²
Vistoria do Local	
Problema Patológico:	Trincas
1- Local da Patologia:	Parede
2- Problema Externo/Interno?	Externo
3- Gravidade do Problema:	Minimo
Anamnese do caso	
1- Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?	Nenhum fato esta ligado inicialmente a esta manifestação patológica.
2- Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?	Não foi recuperada ou tratada anteriormente esta manifestação patológica.
3- As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas?	Não, nenhuma alteração ocorre com a mudança de clima.
4- Existe o mesmo sintoma em outros locais?	Sim, esta patologia esta presente em 2 ambientes do colégio.
Considerações:	
Fotos Do Problema Patológico	

Fonte: Autor (2017)

Foram consideradas para estas manifestações o grau de risco moderado, pois sem o reparo adequado pode ocorrer a evolução para um maior grau de risco . Foram consideradas como trincas por possuírem espessuras maiores que 0,5 mm como expõe a (NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL IBAPE/SP – 2011), Figura 24.

Figura 24: Fissura causada por variação térmica da laje

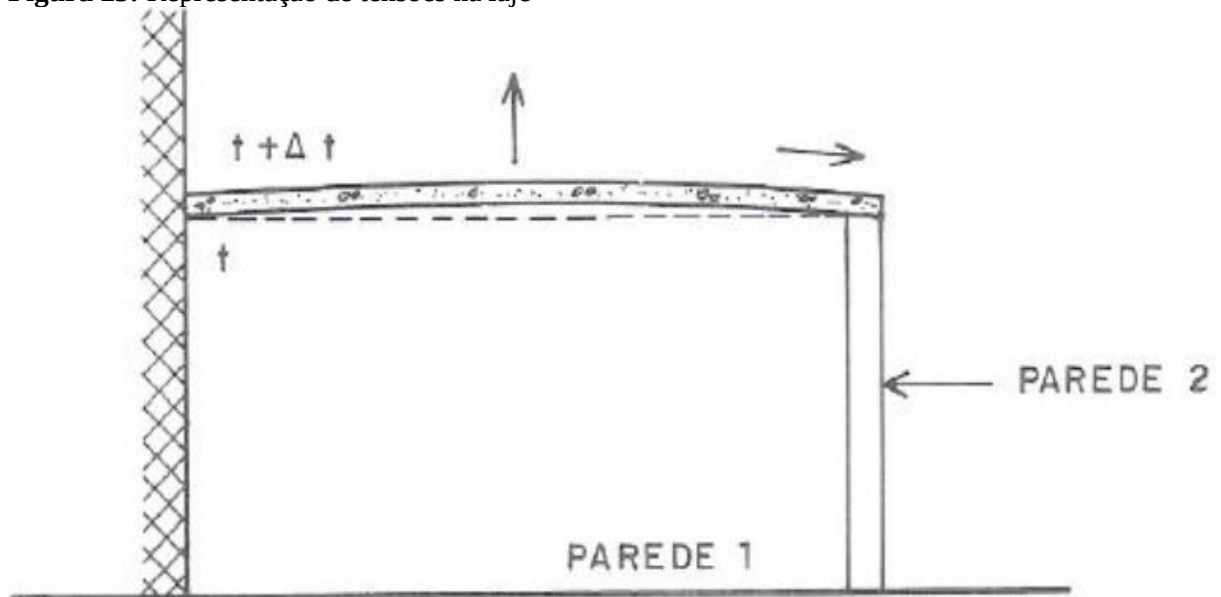


Fonte: Autor (2017)

As fissuras que tem origem pela variação térmica ocorrem de forma mais comum na alvenaria de topo dos pavimentos, existindo solidarização com a laje de cobertura. Duarte (1998), ressalta essa característica.

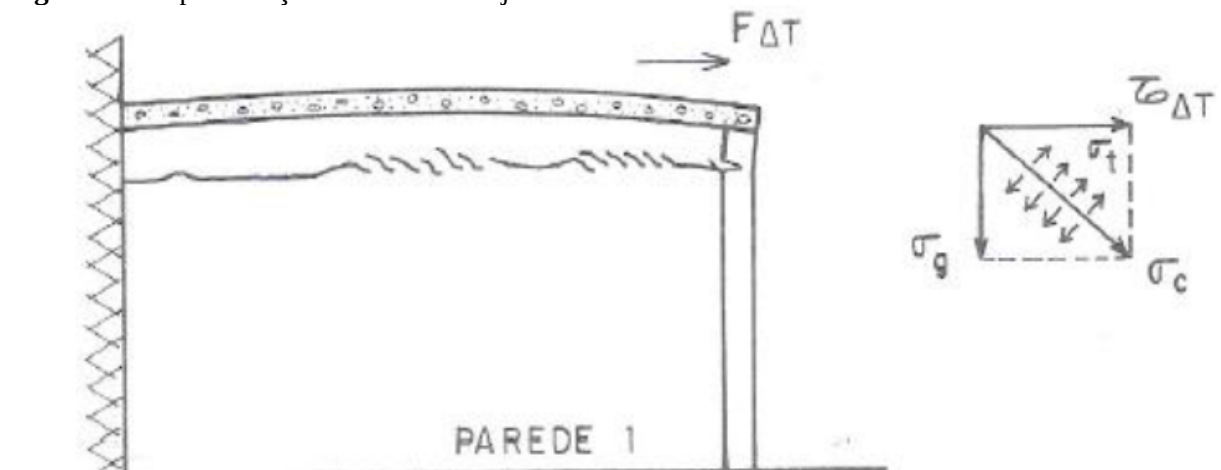
Os materiais presentes nas construções sofrem dilatação e contraem-se devido as diferentes variações de temperatura resultando na movimentação dos componentes presentes. Esta movimentação tem uma maior intensidade na parte externa do prédio do que em seu interior. Paredes de fachada e lajes de cobertura se aquecem durante o dia e a noite se resfriam, causando uma consequente movimentação de dilatação e contração. Na direção horizontal esta movimentação não é livre, tendo sempre alguma forma de restrição devido à junção de paredes com outras paredes ou a estrutura com a parede do prédio ou até mesmo pelo atrito das lajes com as paredes. Estas restrições induzem ao surgimento de tensões localizadas causando fissuras (DUARTE, 1998), de acordo com a representação das Figuras 25 e 26.

Figura 25: Representação de tensões na laje



Fonte: Thomaz (1989)

Figura 26: Representação de fissura na laje



Fonte: Thomaz (1989)

De acordo com Thomaz (1989), as trincas causadas pela variação térmica surgem através da movimentação de diferentes componentes de uma estrutura, entre elementos de um mesmo sistema e também entre regiões distintas de um mesmo material. Essas movimentações diferenciadas podem ocorrer em função dos seguintes fatores:

- Junções de matérias que possuem coeficiente de dilatação térmica diferentes sujeitos a variações de temperatura iguais;
- Exposição de elementos a exposições térmicas diferentes;
- Gradiente de temperaturas ao longo de um mesmo componente;
- Capacidade de absorver calor de um dado material.

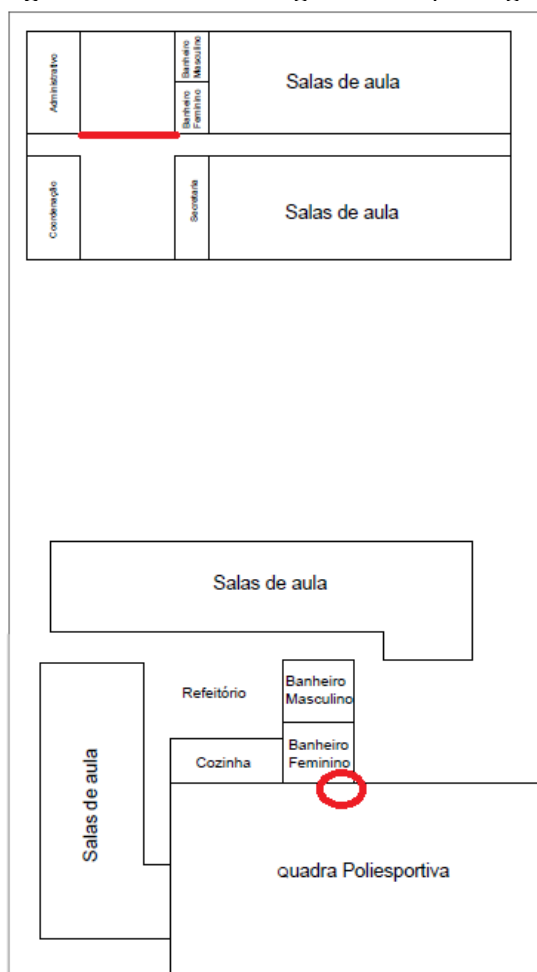
De acordo com Thomas (1989), deve-se realizar a substituição das juntas de assentamento entre alvenaria e laje.

Algumas medidas complementares devem ser tomadas para se evitar o surgimento desta patologia como, por exemplo, a redução da insolação sobre a laje e alvenaria de fachada.

4.1.1.5 Oxidação de estrutura metálica

Foi elaborado um croqui do local de surgimento da manifestação patológica encontrada pela oxidação da estrutura metálica, tendo seu aparecimento na quadra poliesportiva e também no corredor, entre as salas e a parte de direção do colégio como está representado na Figura 27.

Figura 27: Locais de surgimento da patologia



Fonte: Autor (2017)

Foram encontradas duas fissuras geradas pela oxidação da estrutura metálica. Foi também aplicado o formulário para levantamento das manifestações patológicas como mostra a Tabela 9 e realizando-se em seguida o registro fotográfico.

Tabela 9: Formulário para levantamento das patologias de oxidação de estrutura metálica

FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS	
Dados da Obra Analisada	
Obra Analisada:	Colégio Municipal em Cascavel – PR
Definição da Obra:	Edifício executado em alvenaria convencional
Nº de salas:	20
Área total da obra	1620 m ²
Vistoria do Local	
Problema Patológico:	Oxidação
1- Local da Patologia:	Parede
2- Problema Externo/Interno?	Externo
3- Gravidade do Problema:	Mínimo
Anamnese do caso	
1-	Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?
Nenhum fato está ligado inicialmente a esta manifestação patológica.	
2-	Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?
Não foi recuperada ou tratada anteriormente esta manifestação patológica.	
3-	As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas?
Não, nenhuma alteração ocorre com a mudança de clima.	
4-	Existe o mesmo sintoma em outros locais?
Sim, esta patologia está presente em mais 2 ambientes do colégio.	
Considerações:	
Fotos Do Problema Patológico	

Fonte: Autor (2017)

Foi classificada como sendo de grau de risco regular, como expõe a (NORMA DE INSPEÇÃO PREDIAL IBAPE/SP – 2011). Tendo a estrutura possibilidade de reparo, com deterioração precoce e pequena, Figura 28.

Figura 28: Oxidação da estrutura metálica.



Fonte: Autor, (2017).

Segundo Gentil (1996), corrosão é um procedimento de desgaste dos materiais causando alterações danosas indesejáveis nas estruturas metálicas. Este acontecimento quando entra em atuação, faz com que os materiais percam seu desempenho afetando assim sua qualidade, tais como resistência mecânica, elasticidade, ductilidade e estética.

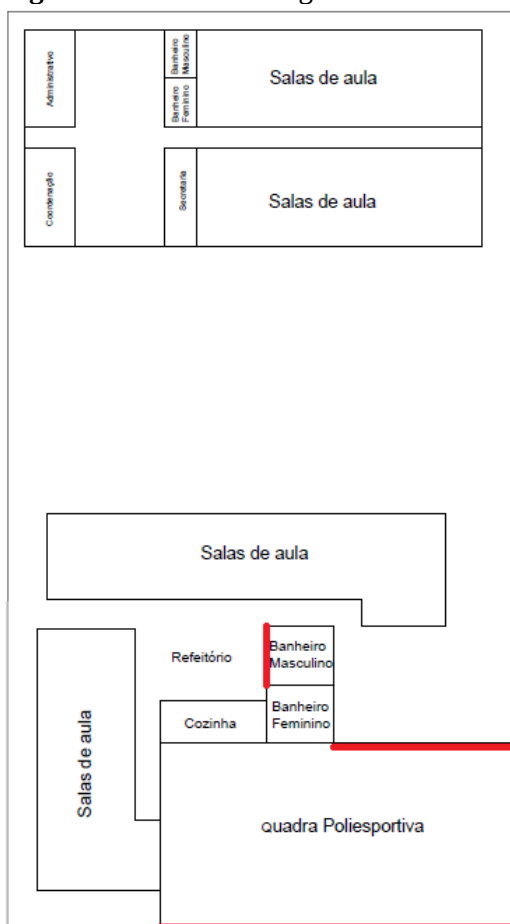
De acordo com Cozza (1996), essas patologias estruturais são provenientes da ação de elementos externos, com isso, a estrutura sofre a ação de agentes agressivos como líquidos corrosivos, atmosfera poluída, incêndios ou vibrações. Sendo o resultado, em geral, de problemas relacionados com o mal preparo de início da estrutura ou até mesmo relacionado a falta de manutenção.

Segundo Gonçalves (2006), o dano na seção transversal dos elementos da estrutura metálica é o problema principal causado pela oxidação. Este dano pode aumentar a concentração de tensões, pela diminuição de sua área efetiva e assim, reduzir consequentemente a capacidade de resistência do material, em casos extremos, podendo até ocasionar a ruína da estrutura por insuficiência da seção ou perda de estabilidade.

Para reparo do problema Jófili (2004), diz que é necessária a utilização produtos químicos para a remoção da oxidação, já manchas mais difíceis que estão passando por um estágio maior de corrosão sugere-se a utilização de abrasão mecânica superficial, com o auxílio de uma esmerilhadora para a retirada das manchas oxidadas, e em seguida uma lixadeira para a preparação da superfície e finalização com uma pintura nova, também recomenda a utilização de produtos anticorrosivos, protetores e inibidores de oxidação para que não tenha uma nova reincidência.

4.1.1.6 Bolor

Foi elaborado também um croqui do local de surgimento da manifestação patológica localizada por bolor, tendo essa seu aparecimento acima das aberturas do ginásio, na parte externa da alvenaria do bloco 2 e o ginásio e também teve reincidência na parede do banheiro masculino conforme ilustrado na Figura 29.

Figura 29: Locais de surgimento de bolor

Fonte: Autor (2017)

Encontrou-se este problema patológico em três pontos, sendo dois presentes no ginásio e um com incidência no banheiro do bloco 2 do colégio, após o levantamento e o registro fotográfico, foi aplicado o formulário para levantamento das patologias, representado na Tabela 10.

Tabela 10: Formulário para levantamento das patologias por bolor

FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO DOS PROBLEMAS PATOLÓGICOS	
Dados da Obra Analisada	
Obra Analisada:	Colégio Municipal em Cascavel – PR
Definição da Obra:	Edifício executado em alvenaria convencional
Nº de salas:	20
Área total da obra	1620 m ²
Vistoria do Local	
Problema Patológico:	Bolor
1- Local da Patologia:	Parede
2- Problema Externo/Interno?	Interno e Externo

3-	Gravidade do Problema:	Minimo
Anamnese do caso		
1-	Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do Problema?	
Nenhum fato está ligado inicialmente a esta manifestação patológica.		
2-	Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?	
Não foi recuperada ou tratada anteriormente esta manifestação patológica.		
3-	As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas?	
Não, nenhuma alteração ocorre com a mudança de clima.		
4-	Existe o mesmo sintoma em outros locais?	
Sim, esta patologia esta presente em mais 2 ambientes do colégio.		
Considerações:		
Fotos Do Problema Patológico		

Fonte: Autor (2017)

Foram consideradas para estas manifestações o grau de risco mínimo tendo apenas prejuízos estéticos a edificação, Figura 30.

Figura 30: Incidência de bolor no ginásio



Fonte: Autor (2017)

De acordo com Alluci e Flauzino e Milano (1988), o bolor é causado através de uma alteração podendo ser verificada macroscopicamente presente na superfície de diversos

materiais, sendo este a decorrência do desenvolvimento de micro-organismos que pertencem ao grupo dos fungos.

São diversos fatores que influenciam em seu desenvolvimento, como a ventilação, iluminação e insolação, porém a umidade presente é fundamental para o surgimento do bolor e mofo, sendo este, tanto proveniente de umidade relativa elevada do ar, como até mesmo por paredes umedecidas pela infiltração de água ou vazamento de tubulações (PERES, 2001).

Conforme Alucci (1985), o desenvolvimento de bolor em edificações pode ser avaliado como um grande problema com grandeza econômica, tendo o acontecimento mais comum nas regiões tropicais. Essa patologia provoca alteração na superfície, exigindo na maioria das vezes a recuperação ou até mesmo a necessidade de se refazer revestimentos, com a geração de gastos dispendiosos.

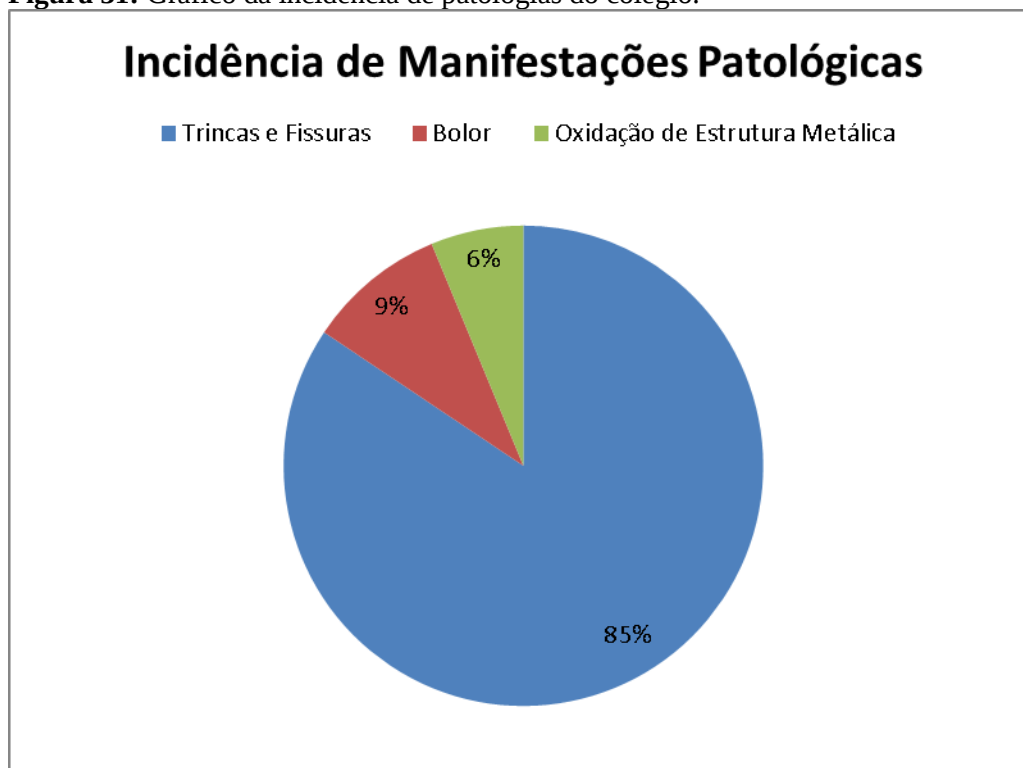
Para realizar a remoção do bolor, Cleanipedia (2016), informa que é necessário misturar uma porção de cloro para três porções de água, utilizar uma escova de cerdas duras, para limpeza da área afetada, junto à solução. Após a escovação, enxaguar o local com o auxílio de um pano umedecido.

Para evitar que esta manifestação patológica volte a ocorrer é ideal que as condições de calor e umidade do ambiente sejam eliminadas, pois estas colaboram para o crescimento dos fungos. Devem-se manter os locais úmidos bem ventilados e secos, podendo também aplicar uma pintura antimoho na área afetada.

4.1.2 TRATAMENTO DOS DADOS

Com a realização do levantamento e análise de incidência de manifestações patológicas encontradas no colégio municipal de Cascavel, no Paraná, foi elaborada uma tabulação dos dados para constatar qual foi a manifestação patológica com a maior incidência no local de análise. Para a realização da tabulação de dados, foram levados em consideração o número de incidência de cada manifestação patológica. Levando-se em consideração esses dados, foi adotada uma quantidade de 27 manifestações patológicas por trincas e fissuras, 3 por bolor e 2 por oxidação de estrutura metálica em todo o colégio. Na Figura 24 pode-se verificar a porcentagem de incidência de cada manifestação patológica ocorrida no colégio, conforme figura 31.

Figura 31: Gráfico da incidência de patologias do colégio.



Fonte: Autor (2017)

Ao analisar o gráfico da Figura 24, verificou-se que 84.37% do colégio tem problema de fissuras na parede, sendo que estas fissuras são derivadas de sobrecarga vertical, aberturas na alvenaria, retração da argamassa e movimentação térmica da laje. O problema patológico que obteve maior incidência no colégio municipal foi a fissura, manifestada em dez das quarenta e duas unidades analisadas, bolor em três unidades e dois pela oxidação de estrutura metálica.

4.1.3 Estado geral do colégio

A Tabela que foi disponibilizada pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná foi preenchida para realizar a avaliação geral do prédio como mostra a Tabela 11.

Tabela 11: Formulário de avaliação de condição geral.

ITENS	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	NÃO EXISTE
Cobertura (teto/telhado)		X				
Forros e lajes			X			
Paredes (considere estrutura e não pintura)			X			
Pavimentação (calçamento e áreas de circulação)			X			
Pinturas (internas e externas)			X			
Pisos (considere os pisos dos ambientes)				X		
Revestimentos (paredes revestidas de cerâmica)			X			
Rodapés, soleiras, peitoris, beiral			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 superintendência de desenvolvimento educacional (2014) – adaptada

Com o levantamento das patologias presentes e preenchimento do formulário de avaliação de condição do colégio, em geral observou-se um estado de conservação regular, com alguns problemas a serem reparados.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil difere-se de todos os outros segmentos pelo fato de variar os métodos construtivos de acordo com o projeto de edificação a ser executado, tendo a influência de se ter os materiais disponíveis, do comportamento do solo para edificações no entorno, ou seja, apesar de se terem projetos parecidos, as formas de serem executados possuem suas particularidades.

Atualmente as edificações estão suscetíveis a vários tipos de manifestações patológicas no decorrer de sua vida útil, tendo a perda de sua qualidade bem como seu desempenho. A edificação deve satisfazer condições mínimas em aspectos de habitação, manutenção e uso, sendo comumente estabelecidas por padrões ou critérios, estabelecendo condições às quais os materiais ou componentes das edificações devam atender.

Ao concluir esta pesquisa, foi possível identificar as diversas formas e características das manifestações patológicas encontradas no Colégio Municipal Almirante Barroso, classificando-as em seus graus de gravidade como mínima, podendo-se assim afirmar que grande parte das manifestações patológicas tem um maior impacto estético. Grande parte dos problemas patológicos encontrados na edificação pode ter sido causada por imprudência em relação aos projetos, à execução e também à utilização de matérias com baixa qualidade para a realização de suas tarefas.

Foi constatado que houve uma incidência de 85% de trincas e fissuras no colégio, ocorrendo também 9% de bolor e 6% pela oxidação da estrutura metálica em todas as unidades vistoriadas no colégio.

Para cada tipo de manifestação patológica foi indicado um método corretivo, sendo que cada tipo de fissura se corrige de uma maneira. As manifestações patológicas existentes na edificação estudada sugerem investimentos e mão de obra para reparar as mesmas.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros sugerem-se alguns temas, como:

- Analisar a acessibilidade de todo o colégio municipal;
- Fazer o levantamento de custos para que o colégio municipal tenha acessibilidade adequada a todos;
- Realizar o levantamento de custo total para recuperação das manifestações patológicas encontradas no colégio municipal.

REFERÊNCIAS

_____. **NBR 9575: Impermeabilização: Seleção e projeto.** 2010.

_____. **NBR 15575: -1:2013, Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**

ALUCCI, M. P., FLAUZINO, W. D., MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações.** Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1988. p.565-70.

BAUER, R. J. F. **Patologia em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.** In: Materiais de Construção, capítulo 16.

BORSATO, K. T., **Arquitetura em aço e o processo de projeto.** Campinas, SP Universidade Estadual De Campinas Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2009. (Dissertação de mestrado).

CBIC, **Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Desempenho de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** 2ª ed. Brasília, Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CLENEPEDIA, **Como remover bofo e bolor das paredes.** Disponível em < <https://www.cleanipedia.com/br/materiais-e-superficies/como-remover-mofo-e-bolor-das-paredes>> Acesso em: 07 de out. 2017.

COZZA, Eric. **Uma nova era para o aço.** techné, São Paulo, n. 36, p. 18-23, set/out. 1998.

CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção.** Porto Alegre, 1988.

DEAN, Y., **Alchitecture and construction in Steel** ,Editora The Steel Construction Instituic Cap 7. Editores Alan Blanc, Michael MCEvoy and Roger Plank, Eua, New York, 1993.

DO CARMO, Paulo Obregon. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

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

JOFIL, Z.M.S. Aprendizagem cooperativa de ensino de química: parceria que da certo. **Ciencia e Educaçao**, v.10,n01, 2004

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. 50 f.. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2010.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 1996.

HELENE, PAULO. **Contribuição ao estudo da corrosão em estruturas de concreto armado**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1993. Tese de livre docência.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde**. Santa Catarina, 2011.

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.

PERES, R. M. **Levantamento e Identificação de Manifestações Patológicas em Prédio Histórico – Um Estudo de Caso**. 2001. 158 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

RICHTER, C. **Alvenaria estrutural: processo construtivo racionalizado**. Apostila (Curso de extensão – Área de Ciências Exatas e Tecnológicas) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2007.

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

ROMANO, C. Augusto. **Apostila de tecnologia do concreto**. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil. Engenharia de Produção Civil, 2008. Disponível em: < <http://site.ufvjm.edu.br/icet/files/2013/04/Concreto-02.pdf> > Acesso em 10 out. 2017.

SILVEIRA, Débora R. D. Da; AZEVEDO, Eline S. De; SOUZA, Deyse M. O. De; GOUVINHAS, Reidson P. **Qualidade na construção civil**: Um estudo de caso em uma empresa da construção civil do Rio Grande do Norte. Natal, 2002. Disponível em: Acesso em: 02 de julho de 2017.

SOUZA, M. F. de. **Patologias Causadas pela Umidade nas Edificações**. 2008. 64 f. 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: editora Pini: IPT: EPUSP, 1989.

VERÇOSA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

APÊNDICES

Apêndice A: Relatório fotográfico

Fissuras e trincas causadas em cantos de aberturas



Fissuras causadas pela retração da argamassa



Fissura causada pela variação térmica da laje



Oxidação de estrutura metálica



Bolor

