

FACULDADE ASSIS GURGACZ - FAG

HENRIQUE JASPER

**LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS EM UM COLÉGIO ESTADUAL NA
CIDADE DE CASCAVEL - PR**

**CASCAVEL - PR
2016**

FACULDADE ASSIS GURGACZ - FAG

HENRIQUE JASPER

**LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS EM UM COLÉGIO ESTADUAL NA
CIDADE DE CASCAVEL - PR**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, da Faculdade Assis Gurgacz - FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Orientador: Dra. Engenheira Civil Ligia
Eleodora Francovig Rachid**

**CASCAVEL – PR
2016**

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

HENRIQUE JASPER

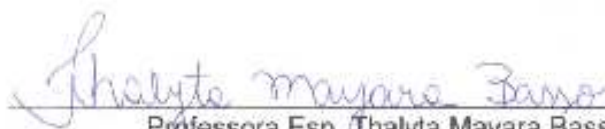
**LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS EM UM COLÉGIO ESTADUAL NA CIDADE
DE CASCAVEL-PR**

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 da Professora **Dr^a. Engenheira Civil Ligia Eleodora Francovig Rachid**.

BANCA EXAMINADORA



Orientadora Prof^a. Dr^a. Ligia Eleodora Francovig Rachid
Centro Universitário FAG
Engenheira Civil



Professora Esp. Thalyta Mayara Basso
Centro Universitário FAG
Engenheira Civil



Professor Esp. Guilherme Perosso Alves
UEM – Universidade Estadual de Maringá
Engenheiro Civil

Cascavel, 26 de Outubro de 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar e abençoar meus passos durante toda esta trajetória. Por estar presente em todos os momentos de alegria e de tristeza, nas dificuldades e nos aprendizados, por ter possibilitado a oportunidade de realizar este sonho, além de colocar pessoas no meu caminho que me proporcionaram alegria e tiveram importância fundamental em cada momento para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Maria Tereza e Renato, pelo apoio incondicional destinado a mim em todos os dias da minha vida e pelo incentivo e suporte nos momentos de dificuldade, contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional e inspirando-me para que eu tivesse força para seguir em frente.

Aos meus irmãos, Fernando, Guilherme e cunhadas, pela convivência e pelo incentivo a esta escolha que fiz para minha vida profissional.

Aos meus amigos de longo prazo que sempre estiveram presentes, mesmo a distância, em alguns casos.

Aos amigos que conquistei nesses cinco anos, os quais se tornaram parte de uma nova família que foi criada. Por todas as ocasiões em que nos ajudamos a fim de vencer dificuldades; pelos trabalhos feitos, estudos para provas, além dos momentos de confraternização e diversão, que tiveram grande importância para que fosse possível seguir nesta caminhada.

A minha orientadora, Dra. Ligia, por toda a dedicação, comprometimento, paciência, ensinamentos e contribuição para a realização deste trabalho.

A todos os professores do curso, que se dedicaram a compartilhar conhecimentos importantes ao longo da graduação.

Aos colegas de classe, pela contribuição nos momentos de estudos e realização de trabalhos.

A instituição, administração e direção pela estrutura e serviços prestados.

A todos que, de alguma maneira, participaram desta caminhada, auxiliando para a conclusão deste sonho, meus sinceros e eternos agradecimentos!

RESUMO

Os avanços tecnológicos da construção civil, em sua maioria, ainda apresentam problemas causados por diversos equívocos relacionados ao projeto, à execução, ao emprego de mão de obra desqualificada, à escolha de materiais e à falta de manutenção preventiva e periódica. Os colégios públicos, comumente, são alvo de noticiários relatando situações precárias de estrutura, falta de conforto e segurança para os alunos e funcionários, os quais passam horas do dia nesses locais. Observando este contexto, o presente estudo foi realizado para levantar as manifestações patológicas presentes em um colégio estadual, localizado na cidade de Cascavel, Paraná. O método adotado consistiu no levantamento das informações por meio de vistorias, registros e coleta de informações para análise comparando com bibliografias e apontamento das prováveis causas e soluções para as patologias encontradas. Neste trabalho constatou-se a presença de fissuras em 91,43% dos ambientes vistoriados, em 74,29% dos ambientes patologias de pintura e 54,29%, descolamento dos revestimentos cerâmicos. As manchas de umidade, mofo, bolor e eflorescências estão presentes em 34,29% das dependências do colégio. Com adequações no projeto verificou-se que existem soluções para os problemas encontrados, assim pode-se evitar que equívocos semelhantes aconteçam em construções futuras. O controle rigoroso de qualidade, a adoção de materiais e mão de obra adequados e a execução de manutenções preventivas são algumas soluções propostas para atingir níveis satisfatórios nas edificações e prevenir o surgimento de manifestações patológicas.

Palavras-chave: Fissuras. Colégio estadual. Manutenções preventivas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Movimentações reversíveis e irreversíveis para um concreto.....	14
Figura 2 - Trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos.....	15
Figura 3 - Trincas nas peças estruturais.....	16
Figura 4 - Expansão dos tijolos por absorção de umidade.....	16
Figura 5 - Trinca horizontal da alvenaria por efeito da umidade do solo.....	17
Figura 6 - Destacamento de argamassa no topo do muro.	17
Figura 7 - Revestimento em argamassa.....	18
Figura 8 - Fluxo de água interceptado no peitoril da janela.....	19
Figura 9 - Fissuração típica (real) nos cantos das aberturas.	20
Figura 10 - Método para levantamento e diagnóstico de manifestações patológicas.....	26
Figura 11 - Roteiro para levantamento e diagnóstico de patologias.....	27
Figura 12 - Localização do colégio estadual.....	28
Figura 13 - Planta geral do colégio.....	29
Figura 14 - Obras e reparos executados no colégio.....	29
Figura 15 - Patologias encontradas.....	34
Figura 16 - Fissura encontrada no corredor de acesso às salas.....	36
Figura 17 - Fissura no lado externo da sala de aula.....	36
Figura 18 - Fissuras e eflorescências na parede externa do Bloco 1.....	37
Figura 19 - Fissuras e eflorescências na parede externa do Bloco 3.....	38
Figura 20 - Manchas de umidade na laje do Bloco 2.	40
Figura 21 - Manchas de umidade no Bloco 1.	40
Figura 22 - Repintura do teto em uma sala de aula.....	42
Figura 23 - Descascamento na pintura do teto do Bloco 2.....	43
Figura 24 - Descolamento e bolhas – Bloco 2.	43
Figura 25 - Manchas e fissuras no revestimento cerâmico – corredor.....	45
Figura 26 - Descolamento de pastilhas nas paredes.	46
Figura 27 - Destacamento de revestimento cerâmico.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Patologias por água da chuva.....	12
Quadro 2 - Quadro para levantamento de dados.....	30
Quadro 3 - Questionário aplicado.	32
Quadro 4 - Composição de custos para reparação de 1m ²	48

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	8
1.1 INTRODUÇÃO	8
1.1.1 Objetivos	9
1.1.2 Objetivo geral	9
1.1.3 Objetivos específicos.....	9
1.1.4 Justificativa.....	9
1.1.5 Caracterização do problema	10
1.1.6 Delimitação da pesquisa	10
CAPÍTULO 2.....	11
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1.1 Conceito de patologia.....	11
2.1.2 O fator umidade.....	11
2.1.3 Formação de fissuras devido à movimentação higroscópicas	13
2.1.4 Propriedades higroscópicas de materiais.....	13
2.1.5 Configuração típica das trincas causadas por movimentação higroscópica	15
2.1.6 Trincas e Fissuras	19
2.1.7 Manchas de umidade, mofo e bolor	20
2.1.8 Eflorescências	21
2.1.9 Patologias em pinturas.....	22
2.1.10 Patologias em revestimentos cerâmicos	23
2.1.11 Impermeabilização e proteção contra a infiltração	24
CAPÍTULO 3.....	26
3.1 METODOLOGIA.....	26
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	26
3.1.2 Caracterização da amostra	27
3.1.3 Coleta de dados	30
3.1.3.1 Vistoria no local	30
3.1.4 Análise de dados.....	32
CAPÍTULO 4.....	34

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1.1 Manifestações patológicas encontradas no colégio	34
4.1.1.1 Caso 1: Trincas e Fissuras.....	35
4.1.1.2 Caso 2: Manchas de umidade, mofo, bolor e eflorescências.	39
4.1.1.3 Caso 3: Patologias de pintura	41
4.1.1.4 Caso 4: Patologias em revestimentos cerâmicos.....	44
4.1.2 Estimativa de custo para a patologia mais frequente	47
CAPÍTULO 5	49
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

O desempenho insatisfatório de edificações é antigo, sendo possível, portanto, afirmar que a preocupação com estes problemas relacionados ao comportamento dos edifícios surge concomitantemente ao ato de construir. O diferencial é que, antigamente, este temor se restringia à estrutura e a “estudos básicos”, diferentemente do que é realizado atualmente. Mesmo com o surgimento de novas tecnologias, o índice de problemas, neste aspecto, continua crescendo até mesmo em países que possuem tradição de construir com qualidade, e por esse motivo, a busca pela resolução destas questões tem se tornado global (LICHTENSTEIN, 1986).

Em edifícios, dentre as mais variadas funções para as quais estes foram edificadas, existem patologias diversas, entre as quais as trincas têm uma importância particular, pelo fato de alertarem sobre eventuais problemas, sejam eles estruturais e de desempenho, como a estanqueidade à água e durabilidade, ou relacionados ao fator psicológico negativo que a fissuração pode acarretar para os usuários da edificação (THOMAZ, 1989).

Ripper e Souza (1998) mencionam que as estruturas e seus materiais podem ser deteriorados com o tempo, mesmo havendo um programa de manutenção, já que cada estrutura reage de forma diferente às situações que ocorrem durante a sua vida útil. Existem casos em que as construções apresentam desempenho insatisfatório já nos primeiros anos, devido a erros de projeto ou execução, e situações onde apesar de vários anos de utilização e exposição da edificação às intempéries, estas se mantêm com bom desempenho.

Segundo Antoniazzi (2009), a manutenção periódica é importante, pois permite a constatação do surgimento de pequenos problemas, os quais se forem imediatamente reparados, evitam, ao longo do tempo, que tais “danos” se tornem patologias mais complexas, cuja reparação apresente custo elevado.

Levando em consideração tal contexto, o tema escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa foi o levantamento das patologias em um colégio estadual, localizado no município de Cascavel/PR. A intenção do estudo foi

investigar quais são as principais patologias na edificação, assim como as possíveis causas para o surgimento destas.

Na escola escolhida, mais de mil alunos passam horas de seus dias, nos ambientes que fazem parte da estrutura analisada, fato que destaca a importância de se realizar uma investigação das manifestações patológicas, já que se trata do conforto e segurança de todos esses alunos, além dos funcionários do local.

1.1.1 Objetivos

1.1.2 Objetivo geral

Levantar as manifestações patológicas em um colégio estadual localizado na cidade de Cascavel - PR

1.1.3 Objetivos específicos

- Apontar prováveis causas das patologias com base em referências bibliográficas;
- Sugerir a forma de correção e o custo para reparo da patologia mais encontrada.

1.1.4 Justificativa

As patologias na construção civil têm se tornado recorrente ao longo dos anos e geralmente são ocasionadas por motivos simples, como a escolha equivocada de materiais, mão de obra desqualificada, falta de acompanhamento das obras e também de conhecimento por parte dos projetistas e responsáveis pela execução (THOMAZ, 2001). Segundo Klein (1999, *apud* Souza, 2008), todas as obras estão sujeitas às intempéries, movimentação e comportamento da estrutura e dos materiais aplicados, assim como a ação do tempo sobre a construção.

A importância social do estudo foi explicar as causas do surgimento de patologias na construção civil, propondo medidas mitigatórias para que houvesse redução na ocorrência destes fenômenos, além de propor soluções em casos onde a manifestação patológica já havia ocorrido, demonstrando formas de reparação e os respectivos custos. Existe também o fato relevante do estudo ser realizado em uma edificação pública, construída e mantida com verbas provenientes de impostos pagos pela sociedade.

No quesito pessoal, a pesquisa tem sua importância relacionada ao aprofundamento em um tema importante na área, haja vista que o conhecimento contribui para a formação profissional, de modo que em uma possível atuação em execução de obras, os erros visualizados durante o estudo seriam evitados. Cientificamente o trabalho teve como objetivo confirmar teorias sobre o surgimento de patologias e as formas de reparo possíveis.

Intencionou-se avaliar a maneira com que as patologias existentes podem afetar o bem estar dos alunos e funcionários da escola, quais as causas do surgimento destas, além de analisar se existem soluções para os problemas, sendo que se a resposta for positiva, quais são elas e qual o custo para executar o reparo.

1.1.5 Caracterização do problema

A pesquisa possibilitou uma análise das condições da edificação a fim de demonstrar escolhas adequadas de atitudes preventivas e corretivas?

1.1.6 Delimitação da pesquisa

A pesquisa se limitou ao levantamento e análise de patologias encontradas em um colégio público na cidade de Cascavel - Paraná.

A vistoria *in loco* foi restrita para identificar patologias nas dependências do colégio escolhido, que é composto por quatorze salas de aula, laboratório de informática, laboratório de biologia, bloco administrativo, quadra poliesportiva coberta, corredores, saguão, paredes externas e fachada da edificação, sendo que foram obtidos os dados por meio de observação visual e registros fotográficos.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Conceito de patologia

Em Medicina, patologia é, de acordo com o dicionário Michaelis, a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza da doença. Apesar de o termo ser muito utilizado na área relacionada à saúde, também existem patologias na construção civil. Segundo Verçosa (1992 *apud* Segat, 2005), as edificações podem apresentar problemas comparáveis às doenças, como fissuras, deformações, rupturas, manchas, entre outros.

Segundo Cremonini (1988), a patologia das edificações é o estudo das origens, causas, consequências e formas de ocorrência de problemas da construção, com base nos sintomas ou manifestações patológicas, motivado pelo desempenho insatisfatório apresentado por edificações.

Para Lichtenstein (1986), todos os edifícios possuem características individuais de comportamento mediante as condições a que estão submetidos. É possível afirmar que o conjunto de agentes ao atuar na edificação promove fenômenos físicos, químicos e biológicos, e no caso de algum desses ocasionar a queda no desempenho, configura-se a patologia.

A necessidade de aprofundamento neste ramo da engenharia se deu pelo surgimento de perguntas sobre estruturas - até mesmo jovens - além da variada gama de causas e consequências da redução de desempenho das construções, atingindo um quadro insatisfatório neste quesito (RIPPER e SOUZA, 1998).

2.1.2 O fator umidade

Para Ripper (1996), o maior inimigo das construções e da saúde dos ocupantes é a umidade. Segundo o autor, este mal não é devidamente combatido devido à falta de conhecimento ou ausência de senso de responsabilidade dos responsáveis, bastando a ocorrência de fenômenos meteorológicos para acarretar

no surgimento de inúmeros problemas. A negligência no tratamento adequado das superfícies é comparável a um crime contra a saúde de quem ocupa as edificações.

Segundo Verçozza (1991 *apud* Souza, 2008), a umidade não só motiva o surgimento de patologias como também é um meio necessário para que muitas delas ocorram, exemplos disso são: mofo, bolor, patologias em pinturas e eflorescências.

O Quadro 1 relaciona problemas causados por águas pluviais às etapas onde provavelmente ocorre o erro para que se possibilite o surgimento de patologias.

Quadro 1 - Patologias por água da chuva.

Água da chuva	Projeto	• Incompatibilidade do revestimento externo de argamassa com as condições ambientais • Saliências indesejadas nas fachadas que permitem a infiltração de águas • Especificação inadequada de materiais • Projeto de esquadrias inadequadas
	Execução	• Uso de materiais e traços inadequados para os revestimentos • Fissuração mapeada do reboco (retração) • Técnicas de execução de revestimentos mal empregadas • Vedação mal executada nas esquadrias • Camadas excessivas de revestimentos • Falta de aderência do revestimento no substrato
	Materiais	• Baixa qualidade, alta porosidade • Baixa resistência
	Manutenção	• Falta de pintura de proteção • Falha na impermeabilização dos pisos (banheiros) • Falta de reparo das fissuras de movimentação termo higroscópicas

Fonte - Klein (1999 *apud* Sanches 2013).

Perez (1988 *apud* Segat 2005, p.67) indica que a umidade pode ser proveniente:

- a) da fase de obras: umidade remanescente dos materiais utilizados na construção se mantendo durante um certo período após o término da obra, diminuindo gradualmente até desaparecer;
- b) da absorção e capilaridade dos materiais: absorção da água existente no solo pelas fundações das paredes e pavimentos, migrando para as fachadas e pisos;
- c) de infiltrações: água de chuva que penetra nas edificações através dos elementos constituintes da sua envoltória exterior;
- d) da condensação: proveniente do vapor de água que se condensa nas superfícies, ou no interior dos elementos de construção;
- e) de eventos acidentais: umidade oriunda de vazamentos do sistema de distribuição e/ou coleta de águas da edificação.

Existem métodos eficientes de combate à umidade nas obras, mas para que eles sejam devidamente aplicados, a responsabilidade dos construtores e o conhecimento por parte do proprietário sobre a importância deste investimento são fundamentais. A maneira de proteger a edificação contra a umidade é a execução da impermeabilização (RIPPER, 1996).

2.1.3 Formação de fissuras devido à movimentação higroscópicas

As mudanças higroscópicas são alterações na dimensão de materiais porosos que estão presentes na composição das construções. Com o aumento do teor de umidade ocorre uma expansão no material e no caso da redução do teor, o material sofre contração. Se houver algum impedimento para a movimentação, podem ocorrer fissuras nos elementos do sistema construtivo (THOMAZ, 1989).

2.1.4 Propriedades higroscópicas de materiais

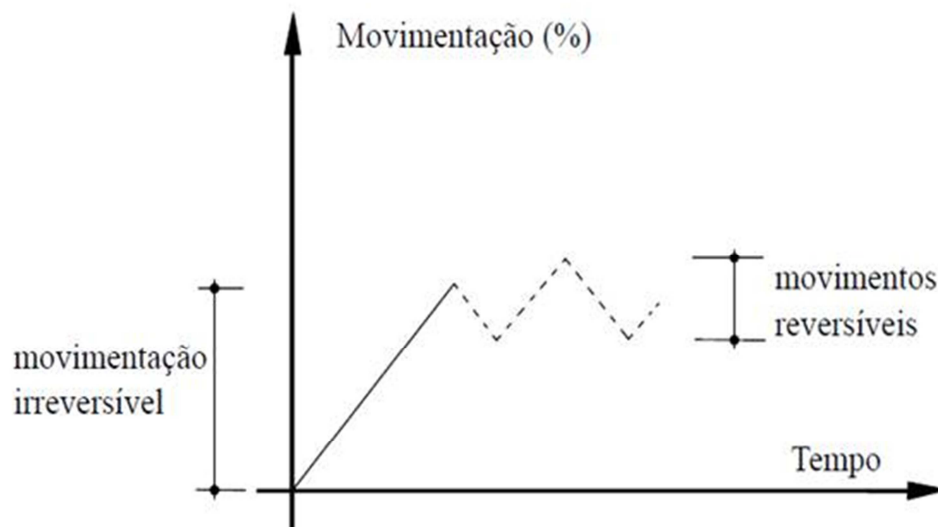
Segundo Thomaz (1989), a porosidade e a capilaridade do material de construção são dois fatores determinantes para a absorção de água, sendo que o segundo é considerado o mais importante. Quando ocorre a secagem dos materiais porosos, a capilaridade promove o surgimento de forças de sucção, inversamente proporcionais às aberturas dos poros, que conduzem a água até a superfície, onde ela será evaporada.

Quando existe o contato entre dois materiais, o sentido de percolação da água é determinado pela diferença de teor de umidade entre estes materiais, além

disso, a sucção por capilaridade varia de acordo com a umidade, tornando difícil estabelecer o sentido de percolação da água. A umidade higroscópica de equilíbrio de um material depende da temperatura, umidade do ambiente, natureza e quantidade de capilares presentes no material analisado. Esta umidade é atingida, devido ao fenômeno da difusão, quando ocorre exposição do material, por tempo suficiente, em condições constantes de umidade e temperatura (THOMAZ, 1989).

Com a variação do teor de umidade, dois tipos de movimentação podem ocorrer: as reversíveis e as irreversíveis. A primeira acontece pela variação do teor de umidade, limitado a um intervalo, mesmo em casos onde ocorre a saturação ou secagem completa do material. Já a movimentação irreversível, geralmente ocorre logo após a fabricação do material, causada pela perda ou pelo ganho de água. A Figura 1 demonstra a relação entre a porcentagem de movimentação e o tempo, devido à variação do teor de umidade.

Figura 1 - Movimentações reversíveis e irreversíveis para um concreto.



Fonte - Thomaz (1989).

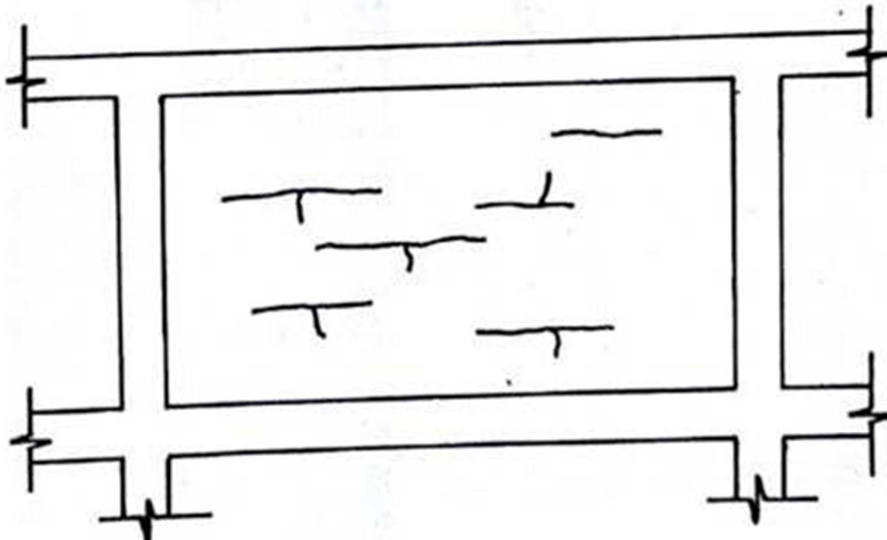
2.1.5 Configuração típica das trincas causadas por movimentação higroscópica

Conforme citado anteriormente, as fissuras ocasionadas devido à movimentação higroscópica têm como principal responsável pelo surgimento, o impedimento da movimentação natural de materiais porosos.

Segundo Thomaz (1989), existe uma grande semelhança entre fissuras ocasionadas por movimentação térmica e por movimentação higroscópica, sendo que entre os dois casos, a abertura varia de acordo com as propriedades higrotérmicas e também depende da amplitude da variação de temperatura e de umidade.

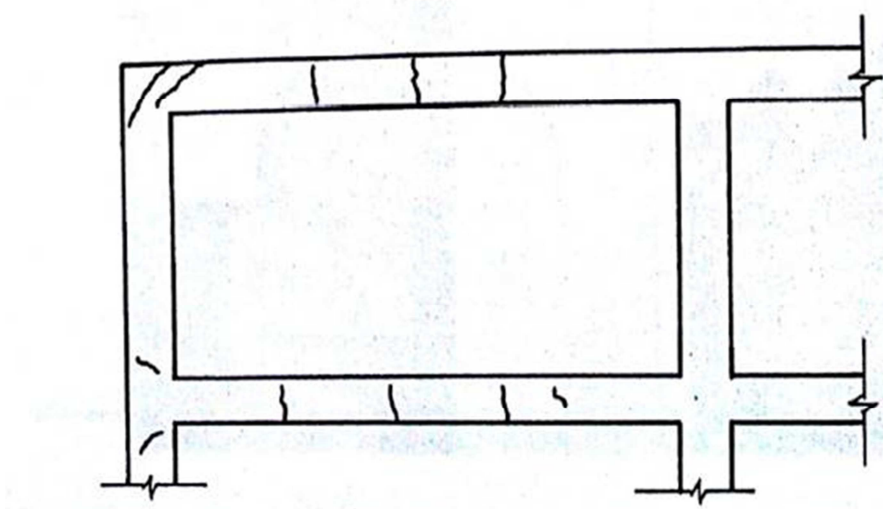
Nas Figuras 2, 3 e 4, são demonstradas as configurações de trincas ocasionadas devido à expansão de tijolos cerâmicos com resistência à compressão elevada, na Figura 2, o painel é solicitado à compressão na direção horizontal, na Figura 3 a expansão da alvenaria solicita o concreto à tração e na Figura 4 a expansão dos tijolos provoca o fissuramento vertical da alvenaria, no canto do edifício.

Figura 2 - Trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos.



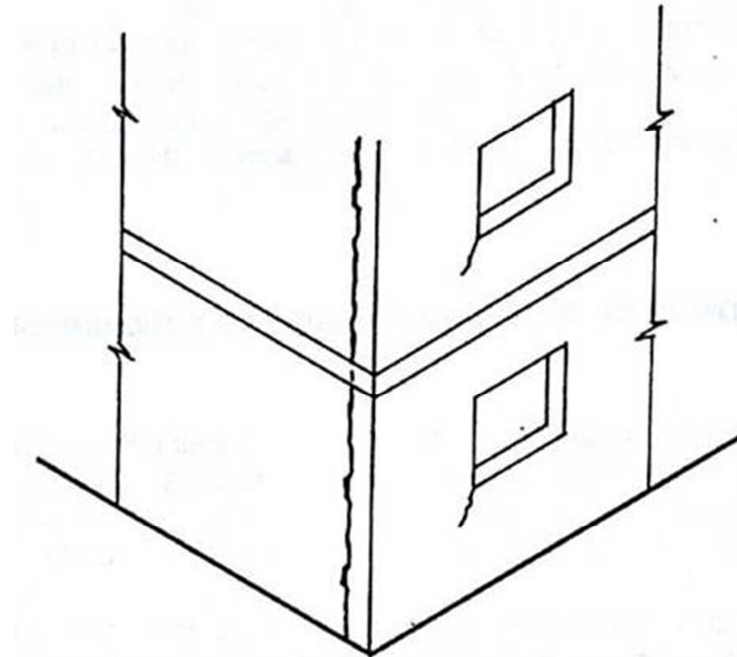
Fonte - Thomaz (1989).

Figura 3 - Trincas nas peças estruturais.



Fonte - Thomaz (1989).

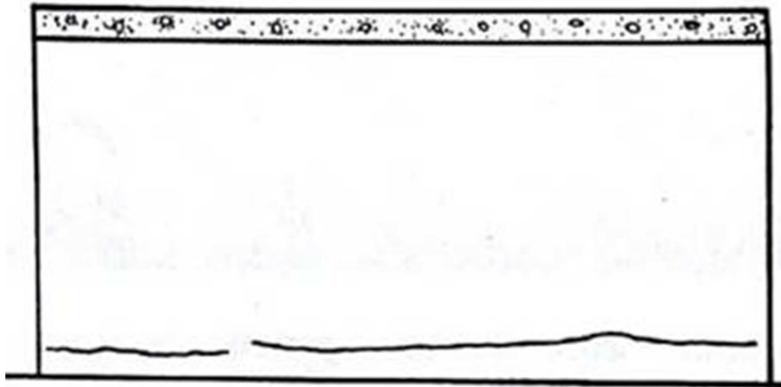
Figura 4 - Expansão dos tijolos por absorção de umidade.



Fonte - Thomaz (1989).

Ainda segundo o autor, pode haver trincas horizontais na base da parede, por falta ou má execução da impermeabilização, conforme ilustra a Figura 5. Geralmente estas fissuras ocorrem na base pelo fato de manter contato direto com o solo, diferentemente das fiadas superiores que recebem maior insolação e por consequência, possibilitam a evaporação da água. É comum o surgimento de eflorescências juntamente com as trincas.

Figura 5 - Trinca horizontal da alvenaria por efeito da umidade do solo.



Fonte - Thomaz (1989).

Thomaz (1989), afirma que topos de muros, platibandas e peitoris são locais propensos ao surgimento de trincas, com configuração demonstrada na Figura 6, quando não possuem a devida proteção mecânica, que deve ser executada com a instalação de rufo e pingadeiras, por exemplo, para que seja causada absorção de umidade. Neste caso, o surgimento da fissura ocorre pela absorção de água pela argamassa do topo da parede, seguido do movimento diferenciado da argamassa presente no corpo do muro.

Figura 6 - Destacamento de argamassa no topo do muro.



Fonte - THOMAZ (1989).

Thomaz (1989) explica que os ciclos de umedecimento e secagem de argamassas, que não possuem a impermeabilização correta, juntamente com as movimentações térmicas, promovem inicialmente a ocorrência de microfissuras pelas quais a água penetra e ocasiona no agravamento destas, formando fissuras. Uma situação já avançada desta ocorrência está demonstrada na Figura 7, em que o revestimento de argamassa se apresenta em adiantado processo de degeneração, devido à contínua presença de umidade.

Figura 7 - Revestimento em argamassa.



Fonte - Thomaz (1989).

O autor citado anteriormente afirma que a fissuração em revestimentos argamassados será acentuada em locais com maior incidência de água e que não estejam protegidos. A presença de peitoris e saliências nas fachadas tem como função básica a interrupção dos fluxos de água, defletindo-os para fora da construção, protegendo o revestimento. Os problemas ocorrem quando estes itens não são executados corretamente ou são simplesmente ignorados e consequentemente deixam a estrutura desprotegida, possibilitando o surgimento de fissuras, como demonstrado na Figura 8, onde a água escorre lateralmente aos peitoris, provocando a fissuração da argamassa de revestimento.

Figura 8 - Fluxo de água interceptado no peitoril da janela.



Fonte - Thomaz (1989).

2.1.6 Trincas e Fissuras

Yazigi (2009) afirma que as fissuras são algumas das manifestações patológicas mais comuns em estruturas de concreto armado, alvenaria estrutural ou de vedação. As fissuras normalmente são originadas de deficiências na elaboração dos projetos, falta de qualidade dos materiais adotados e falhas na execução.

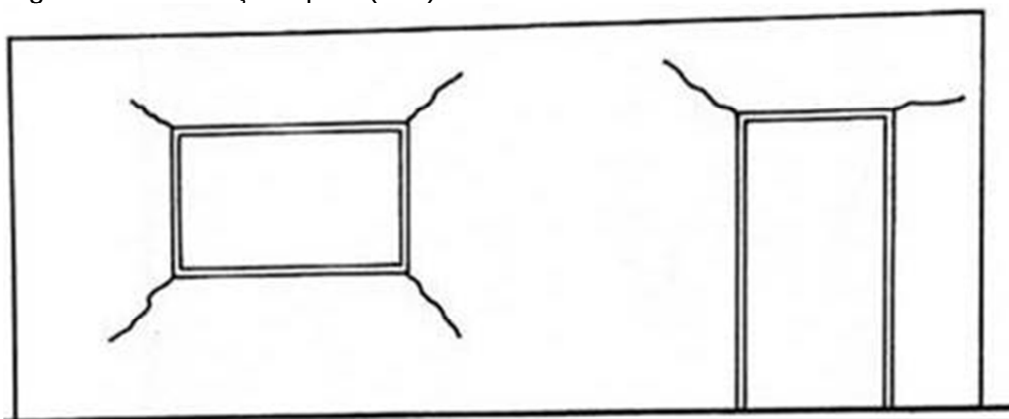
Ao verificar a presença de trincas e fissuras em edificações, é importante analisar se elas podem estar indicando uma situação comprometedora em relação à estrutura em curto prazo, podendo causar insegurança para os usuários. Em situações onde existe possibilidade de sinistro, é necessário proceder com medidas preventivas podendo chegar a casos de interdição e evacuação (MARCELLI, 2007).

No momento em que se opta por fazer a recuperação de uma estrutura fissurada, devem ser estudados os motivos que resultaram no surgimento da patologia, já que uma análise equivocada pode gerar um tratamento inadequado e ao invés de solucionar o problema, pode-se fazer com que o mesmo se agrave futuramente (SOUZA; RIPPER, 1998).

Segundo Thomaz (1989), as fissuras são decorrentes de diversos fatores, como recalques de fundação, movimentações térmicas, movimentações higroscópicas, atuação de sobrecargas, retração de produtos à base de cimento e alteração química dos materiais de construção.

Em paredes de alvenaria, onde existem aberturas, trincas são formadas a partir dos vértices das aberturas sob o peitoril. Vários fatores podem contribuir para que ocorra a manifestação dessas trincas, são eles as dimensões da parede, dimensões das aberturas, posição das aberturas no painel de alvenaria, dimensões e rigidez de vergas e contravergas, entre outros. Na Figura 9 podem ser visualizados exemplos de fissurações por ação de sobrecargas em aberturas.

Figura 9 - Fissuração típica (real) nos cantos das aberturas.



Fonte - THOMAZ (1989).

2.1.7 Manchas de umidade, mofo e bolor

Para Yazigi (2009, p.517) “o mofo ou emboloramento é uma alteração observável macroscopicamente na superfície (manchas) de diferentes materiais, sendo uma consequência do desenvolvimento de microrganismos pertencentes ao grupo dos fungos”.

As manchas de umidade podem surgir em três cores distintas; a cor marrom geralmente representa problema relacionado à ferrugem, já o surgimento de manchas pretas ou verdes está ligado ao fato da ação de umidade e microrganismos (BAUER, 2008).

Verçoza (1991) menciona que são comuns os vazamentos em materiais utilizados para coleta ou direcionamento de águas pluviais como as calhas, rufos, algerozes, telhas e mesmo nos parafusos de fixação quando os mesmos não são calafetados. Quando algum destes aparelhos apresenta algum tipo de falha, podem surgir goteiras e manchas nos forros e paredes que estão logo abaixo da cobertura.

Para Barros *et al* (1997 *apud* Segat 2005), a formação de bolor depende fundamentalmente da temperatura e da umidade, sendo que para o surgimento dos fungos somente a água absorvida pelos materiais da edificação é utilizada. Fatores como ventilação insuficiente, umidade de condensação e a permeabilidade do revestimento favorecem o aparecimento de bolor.

Figura 10 - Manchas de umidade.



Fonte - Google (2016).

2.1.8 Eflorescências

Para Ferreira *et al* (2006), eflorescências são depósitos salinos que se formam em superfícies de revestimentos e são provenientes da migração e evaporação de soluções aquosas salinizadas, as quais são consideradas um problema econômico para fabricantes e construtores e provocam um dano principalmente estético e não estrutural. Os sais que causam as eflorescências

podem ter diversas origens, como por exemplo, a matéria prima, os materiais utilizados para a construção e também a água que está presente no subsolo.

As eflorescências em argamassas são caracterizadas pelo surgimento de manchas na superfície do revestimento, alterando o aspecto visual. Cada argamassa utilizada na execução possui uma composição físico-química e quando entram em contato com a poluição, umidade e incidência solar, podem contribuir para o surgimento de eflorescências (SOUZA, 1997).

Segundo Barros *et al* (1997 *apud* Segat 2005), a manifestação de eflorescências tem ligação direta com duas propriedades das argamassas, a absorção e a permeabilidade. Os vazios encontrados no interior das argamassas, devido à presença de água na composição do material, podem promover o fluxo de água por capilaridade ou pressão, causando a entrada de substâncias agressivas que estão no substrato ou até mesmo pode dissolver e transportar os sais presentes na composição da argamassa. Fiorito (2009), afirma que a água é imprescindível para que ocorra a eflorescência, não sendo um exagero afirmar que sem a água, não ocorre a manifestação.

Figura 11 - Eflorescência.



Fonte - Tintas Alessi (2016).

2.1.9 Patologias em pinturas

Algumas das patologias que ocorrem em pinturas são: baixo poder de cobertura, bolhas, bolor, descamação, eflorescências, encardimento da superfície, enrugamento, escorrimento de tinta, entre outras. Estes problemas podem ser decorrentes de uso de materiais de baixa qualidade, tanto tintas quanto rolos e

pincéis, ou por escolha equivocada da tinta, má aplicação e falta de preparação adequada da superfície (POLITO, 2006).

Várias patologias em pinturas ocorrem devido à presença de umidade, tanto na fase da execução, assim como ao final da obra, quando a edificação está submetida à presença de água proveniente de infiltrações ou intempéries. A preparação adequada da superfície e cuidados com as condições do local a ser pintado são fundamentais para garantir um desempenho de qualidade (POLITO, 2006).

Figura 12 - Bolhas em pintura.



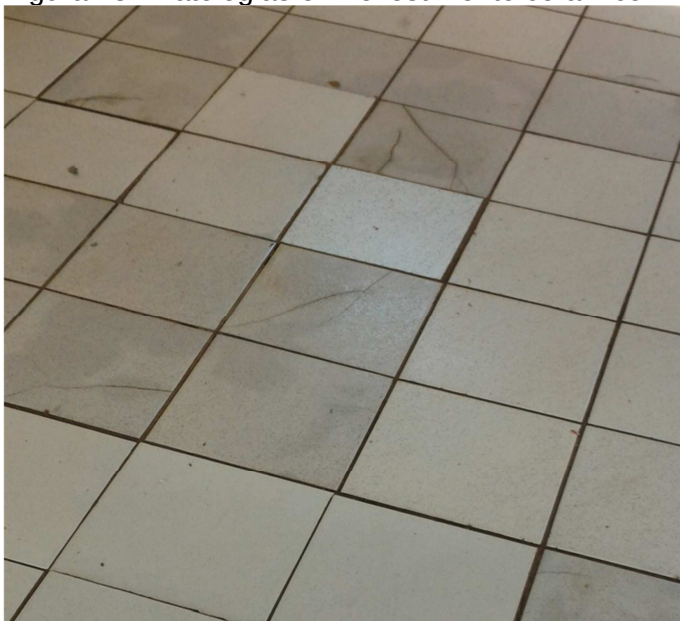
Fonte - Polito (2006).

2.1.10 Patologias em revestimentos cerâmicos

Destacamentos ou descolamentos, eflorescências, manchas e bolor, fissuras e trincas, greteamento e deterioração de juntas são algumas das patologias mais encontradas em revestimentos cerâmicos. Os destacamentos são considerados um dos problemas mais sérios, devido ao risco de acidente e ao alto custo de reparação e geralmente ocorrem devido à perda de aderência entre a placa e o substrato ou argamassa colante. As eflorescências, manchas e bolor estão diretamente ligados à

presença de água provinda de infiltrações. Trincas são rupturas na placa cerâmica causadas por esforços mecânicos, que resultam na separação da placa em várias partes, já as fissuras são rompimentos com aberturas inferiores a 1mm não gerando ruptura total. Nos dois casos o defeito pode ser somente estético, ocasionando o gretamento, ou evoluir para um destacamento (ROSCOE, 2008).

Figura 13 - Patologias em revestimento cerâmico.



Fonte - Autor (2016).

2.1.11 Impermeabilização e proteção contra a infiltração

Segundo a NBR 9575 – Impermeabilização – seleção e projeto (ABNT, 2010, p.10) são um: “conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluídos, de vapores e da umidade”.

A impermeabilização deve ser projetada de maneira a prevenir as seguintes situações:

- a) evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade;
- b) proteger os componentes e elementos construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;

- c) proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;
- d) possibilitar sempre que possível acesso à impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação da estrutura e componentes construtivos (NBR 9575, ABNT, 2010, p.11).

Thomaz (1989) cita que evitar a presença de água na alvenaria acabada é fundamental para impedir problemas, principalmente relacionados à movimentação higroscópica. Para isto, o autor cita algumas medidas para prevenção:

Boa impermeabilização da fundação, adoção de detalhes arquitetônicos que façam com que a água de chuva descole da fachada, revestimento da parede com película impermeável ou hidrófuga, presença de uma cobertura verdadeiramente estanque e medidas que evitem o empoçamento de água nas bases das paredes (THOMAZ, 1989, p.139).

Nas edificações, existem dispositivos mecânicos que são utilizados para impedir a infiltração de águas, principalmente oriundas de intempéries. A NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento (ABNT, 2014), define parâmetros normativos para projetos e dentre estes está a drenagem das águas que venham a atingir a edificação projetada.

- 7.2.1 Deve ser evitada a presença ou acumulação de água proveniente de chuva ou decorrente de água de limpeza e lavagem, sobre as superfícies das estruturas de concreto;
- 7.2.2 As superfícies expostas horizontais, como coberturas, pátios, garagens, estacionamentos e outras, devem ser convenientemente drenados, com a disposição de ralos e condutores;
- 7.2.3 Todas as juntas de movimento ou de dilatação, em superfícies sujeitas à ação de água, devem ser convenientemente seladas, de forma a tornarem-se estanques à passagem (percolação) de água;
- 7.2.4 Todos os topos de platibandas e paredes devem ser protegidos. Todos os beirais devem ter pingadeiras e os encontros em diferentes níveis devem ser protegidos por rufos (NBR 6118, ABNT, 2014, p.18).

A inexistência de detalhes arquitetônicos como cunhas (reentrâncias), frisos e pingadeiras possibilita um grande fluxo de água, ocasionando infiltrações. Além disso, o autor cita a má execução de peitoris, seja por falta de pingadeira ou por caimento invertido, como fator representativo no surgimento de umidade sob os vãos de janela (THOMAZ, 2001).

CAPÍTULO 3

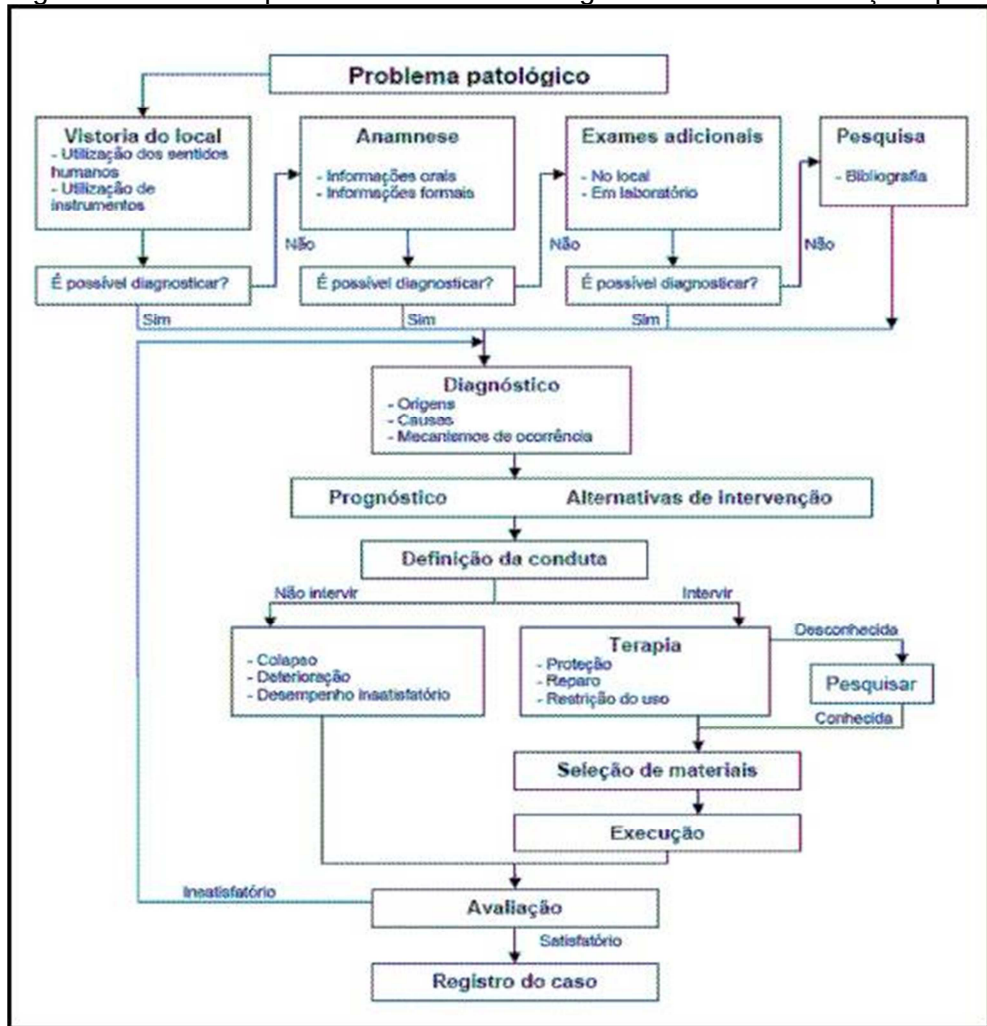
3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

A pesquisa foi realizada em um colégio estadual, localizado na cidade de Cascavel – Paraná. Analisaram-se as patologias nas dependências da edificação.

Lichtenstein (1986) sugere um roteiro para a abordagem de um problema patológico em uma edificação, conforme demonstrado na Figura 14.

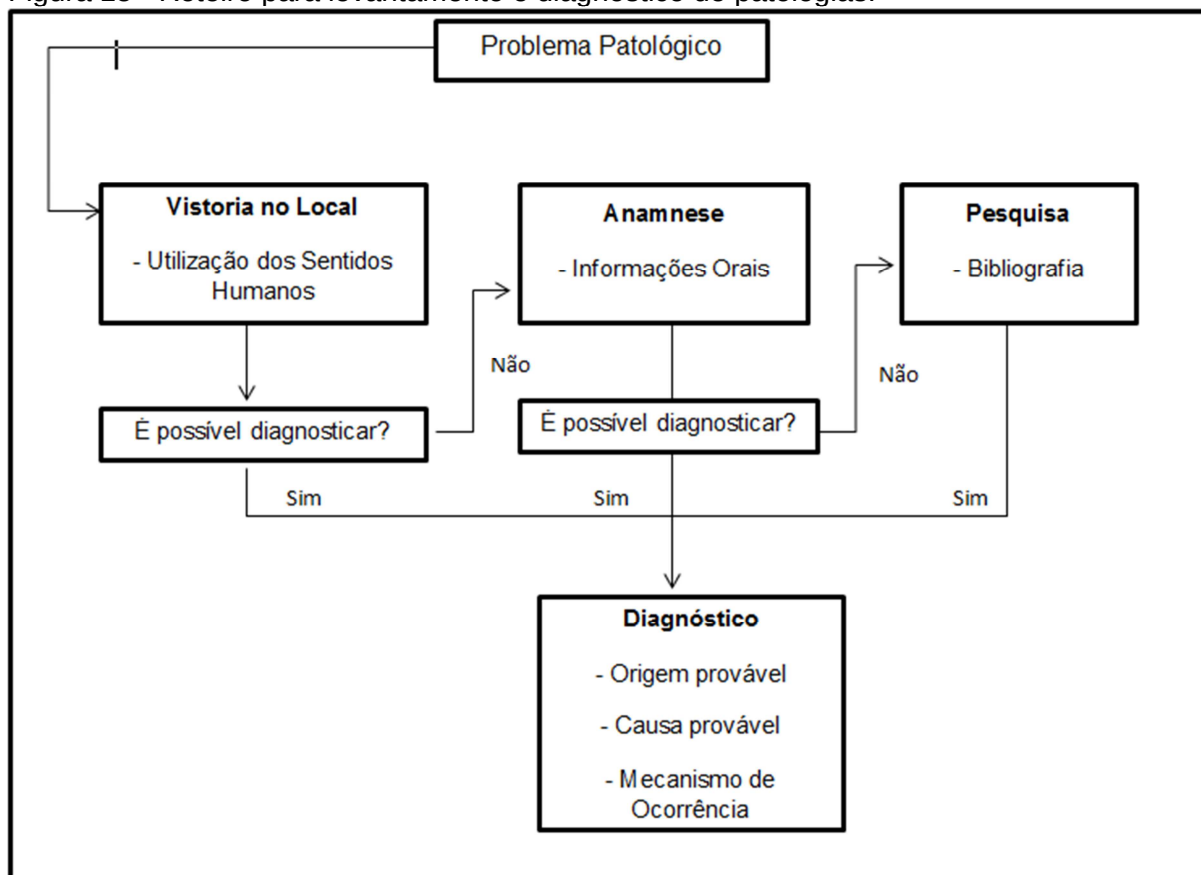
Figura 14 - Método para levantamento e diagnóstico de manifestações patológicas.



Fonte - Lichtenstein (1985 *apud* Miotto 2010).

A metodologia escolhida para a elaboração do trabalho não contempla algumas etapas sugeridas por Lichtenstein; desta forma, um novo roteiro foi elaborado, adaptando o modelo apresentado na Figura 14, a fim de adequá-lo ao que está apresentado na Figura 15, contemplando as etapas que foram realizadas nesta pesquisa.

Figura 15 - Roteiro para levantamento e diagnóstico de patologias.

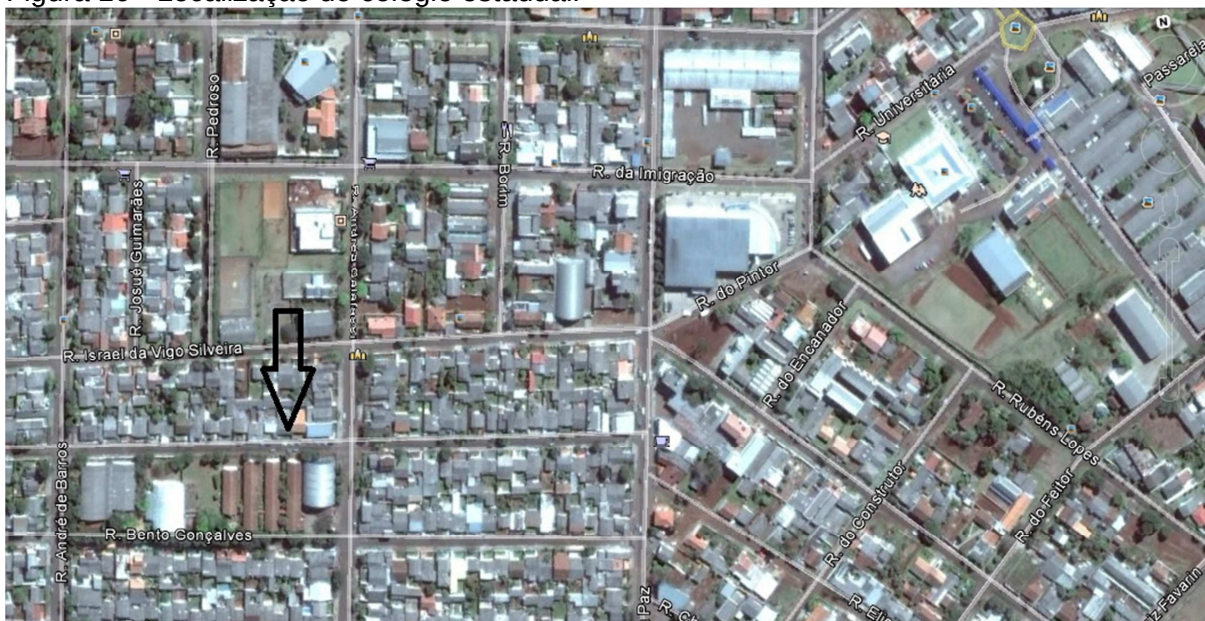


Fonte - Adaptado de Lichtenstein (1985).

3.1.2 Caracterização da amostra

A pesquisa foi realizada em um colégio estadual, localizado no Jardim União, cidade de Cascavel/PR, conforme ilustrado e destacado na Figura 16.

Figura 16 - Localização do colégio estadual.



Fonte - Google Maps (2016).

A estrutura do colégio contempla quatorze salas de aula, secretaria, direção, laboratório de informática, laboratório de biologia, biblioteca, cantina, corredores, saguão, banheiros, áreas abertas de convivência e quadra de esportes com cobertura. A Amostra da pesquisa contempla todas as dependências citadas.

A Resolução 3929/88 da Secretária de Estado de Educação do Paraná (SEED-PR) instituiu e autorizou o funcionamento do colégio, que deu início às atividades em uma estrutura construída, onde hoje funciona uma escola municipal, em terreno ao lado da atual. No ano de 1996, devido à demanda de alunos matriculados, foi iniciada a construção de uma nova edificação para abrigar o colégio. Nesta obra, foram edificadas doze salas de aula, sala para educação artística, laboratório de informática, laboratório de ciências, sala de uso múltiplo, quadra poliesportiva e setor administrativo.

Até 2001, o colégio ocupava toda a estrutura construída, mas naquele ano, o ensino de 1ª a 4ª séries foram assumidos pela Prefeitura Municipal e a estrutura antiga foi destinada a atender os alunos matriculados nestas séries. Com isso, o colégio estadual ficou nas dependências construídas em 1996. Em 2009 o colégio foi revitalizado. Além de adequações na estrutura, no ano seguinte, a quadra poliesportiva foi ampliada e coberta. Na Figura 17 podem ser visualizadas as estruturas antiga e atual e a divisão dos blocos. O bloco administrativo é o local onde ficam as salas da secretaria, direção, dos professores, banheiros, além de

cantina e saguão. Já os blocos 1, 2 e 3 são compostos pelos laboratórios, banheiros e salas de aula. A Figura 17 também orienta qual a face Norte, para que seja possível entender algumas das patologias que ocorrem devido à menor incidência solar.

Figura 17 - Planta geral do colégio.



LEGENDA

- Primeira estrutura utilizada
- Atual estrutura
- Bloco Administrativo
- Bloco 1

- Bloco 2
- Bloco 3

Fonte - Adaptado de *Google Earth* (2016).

Segundo o portal da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED – PR), foram realizadas algumas melhorias nas dependências do colégio, conforme ilustra a Figura 18.

Figura 18 – Obras e reparos executados no colégio.

Obras/Reparos		
Tipo Obras/ Reparos	Data Início	Valor Total (R\$)
Melhorias	28/01/2010	298.382,11
Reparo - Normal	19/09/2008	199.715,88
Melhorias	12/02/2008	2.360,75
Reparo - Normal	12/02/2008	397.768,02
Melhorias	15/03/2007	12.500,00
Reparo - Normal	07/10/2006	3.661,00
Reparo - Normal	10/12/2004	326,00
Reparo - Emergência	21/11/2002	23.949,34

Fonte - Adaptado do Portal da SEED-PR (2016).

Na Figura 18 se observa que a última reforma foi realizada em 2010, com a troca de revestimentos, cobertura da quadra poliesportiva e revitalização das dependências, conforme informado por pessoas responsáveis pelo colégio. As reformas realizadas anteriormente não puderam ser detalhadas devido à falta de informações, haja vista que a diretoria atual não é a mesma e não foi possível ter contato com funcionários anteriores.

3.1.3 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada com a vistoria *in loco*, que aconteceu em dois dias consecutivos. No primeiro dia foi realizada a visita no período matutino e no dia seguinte no período noturno, devido ao menor fluxo de alunos nas salas de aula. Foram levantadas as condições climáticas e também a incidência solar das dependências vistoriadas.

3.1.3.1 Vistoria no local

Para controle das informações obtidas, durante a vistoria *in loco* foi preenchido o Quadro 2 relacionando os ambientes vistoriados com as patologias presentes. O preenchimento do quadro foi utilizado para coletar informações sobre a existência de patologias em cada ambiente vistoriado, sem considerar quantidades, apenas a presença das manifestações. Durante a vistoria *in loco*, cada ambiente vistoriado foi marcado com a letra X nas colunas que representavam as patologias encontradas no local.

Quadro 3 – Questionário aplicado.

QUESTIONÁRIO
- Em sua opinião, quais são os principais problemas na estrutura da escola?
- Existe algum problema que em determinadas situações atrapalha o desenvolvimento das atividades escolares?(Ex.: Goteiras ou infiltração de água quando chove)
- Quando foi executada a ultima reforma no Colégio? Quais áreas foram reformadas? O que foi feito?
- A reforma atendeu o que era esperado pela comunidade escolar?
- A escola recebe algum tipo de manutenção periódica? Ou somente foi reformada?
- Em sua opinião, existe necessidade de executar alguma reforma ou melhoria na escola? Se sim, qual? Este serviço foi solicitado?
- O que considera mais importante, reformas a longo prazo ou manutenções preventivas a curto prazo?

Fonte - Autor (2016).

3.1.4 Análise de dados

A análise dos dados coletados nas vistorias *in loco* e informações obtidas nos questionário e conversas com funcionários foi realizada para facilitar o entendimento das manifestações patológicas no colégio bem como apontar as possíveis causas que levaram a essas ocorrências.

A análise dos dados foi iniciada a partir dos registros fotográficos realizados e da inspeção visual das patologias. Foram observadas as possíveis falhas na construção, para relacionar com as causas de patologias semelhantes à bibliografia e dessa maneira estabelecer uma comparação e definir o possível fator que

contribuiu para que a patologia se manifestasse. Conforme ilustrado na Figura 15, o roteiro adaptado para realização do levantamento não contempla ensaios destrutivos e laboratoriais para confirmação das causas e sim visualização, anamnese e consulta em bibliografias.

A descrição dos mecanismos considerou a natureza das patologias, assim estas foram divididas em Caso 1: Fissuras; Caso 2: Manchas de umidade, mofo, bolor e eflorescências; Caso 3: Patologias de pintura; Caso 4: Patologias em Revestimentos Cerâmicos.

Para a elaboração do custo para o reparo da patologia encontrada com maior frequência, foram utilizados os preços para estimativa dos custos, da tabela da SINAPI/SindusCon 2016, Sindicato dos Trabalhadores na Indústria da Construção Civil de Cascavel e Região (SINTRIVEL), pesquisa de preços de insumos necessários e informações de fabricantes sobre rendimento dos produtos.

CAPÍTULO 4

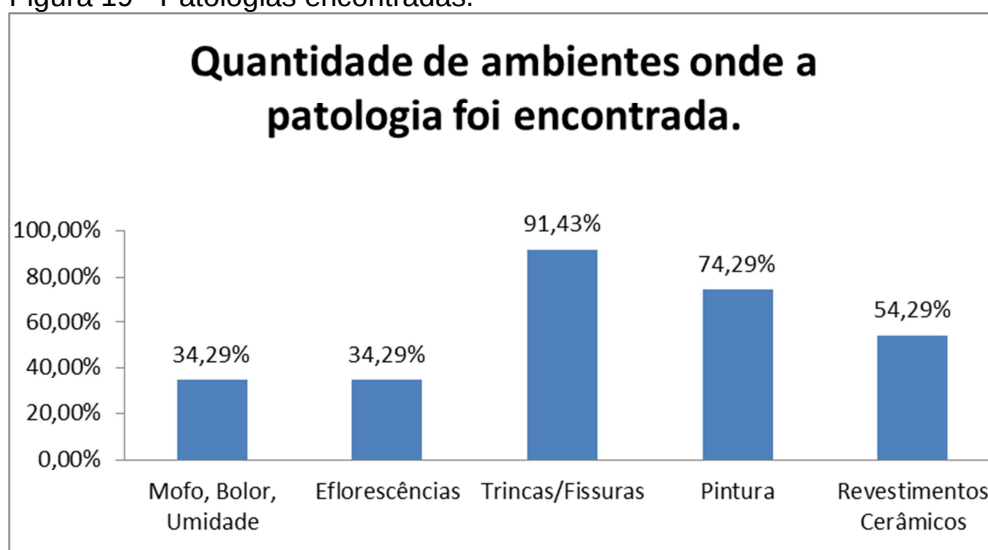
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa realizada no colégio estadual com descrições das patologias, incidência, registros fotográficos e demais informações coletadas, assim como sugestões para reparos das patologias encontradas.

4.1.1 Manifestações patológicas encontradas no colégio

As principais patologias encontradas nas dependências vistoriadas do colégio são fissuras, trincas, manchas de umidade, patologias em revestimentos cerâmicos e patologias de pintura. Foram observadas patologias nas paredes internas e externas, assim como os tetos e pisos dos corredores e demais dependências. O gráfico da Figura 19 demonstra a porcentagem de ambientes onde cada tipo de patologia foi encontrado, baseado nas informações coletadas, para a execução do gráfico encontra-se no Apêndice B.

Figura 19 - Patologias encontradas.



Fonte - Autor (2016).

Conforme ilustrado no gráfico, as fissuras foram encontradas em 91,43% dos ambientes, valor significativo, assim como as patologias em pinturas e em revestimentos cerâmicos, que também ultrapassaram 50% de ocorrência no colégio. Foram encontradas fissuras em todas as salas de aula, principalmente oriundas da falta de vergas nas aberturas, justificando o percentual calculado. Patologias de pintura foram encontradas nas salas de aula, em casos de problemas de baixa cobertura ou repintura e também nas fachadas e tetos dos corredores, com problemas relacionados com a umidade.

Apesar do percentual de 54,29% de incidência, as patologias em revestimentos cerâmicos foram encontradas em praticamente todos os ambientes onde existe revestimento cerâmico, sendo que em vários casos a situação é crítica e merece atenção especial. As manchas de umidade, mofo, bolor e eflorescências tiveram valor menor, fato explicado pela inexistência de infiltração nas salas de aula, pois o telhado está em boas condições. Desta maneira, essas patologias foram encontradas em áreas que estão expostas à umidade, justificando um percentual menor.

4.1.1.1 Caso I: Trincas e Fissuras

Na vistoria *in loco* constatou-se que as trincas e fissuras apresentaram maior incidência nas oito salas de aula, nos corredores que dão acesso às salas e também no bloco administrativo, estas se localizam próximas às aberturas, conforme Figuras 20 e 21.

Figura 20 - Fissura encontrada no corredor de acesso às salas.



Fonte - Autor (2016).

Figura 21 - Fissura no lado externo da sala de aula.



Fonte - Autor (2016).

Nos casos ilustrados nas Figuras 20 e 21, as fissuras possuem configuração típica de falta execução de vergas. Diversos fatores contribuem para o surgimento destas fissuras, dentre eles estão: as dimensões da parede, dimensões das aberturas, posição das aberturas no painel de alvenaria e dimensões e rigidez de vergas e contravergas, quando existentes (THOMAZ, 1989).

Nestes casos, existem formas de fazer somente reparos superficiais na estrutura fissurada, já que a retirada das janelas para execução de contravergas é

de difícil realização. Existem materiais flexíveis e bandagens que podem ser utilizados para a reparação. Thomaz (1989) sugere a instalação de bandagens no revestimento ou telas de náilon ou estuque na pintura, aplicados ao longo da extensão da fissura, transpassando 15 cm para cada lado. Os métodos de aplicação destes elementos variam de acordo com indicações dos fabricantes.

Nas paredes externas dos blocos, existem fissuras de configurações diferentes, conforme ilustram as Figuras 22 e 23. Além disso, é possível observar manifestações de eflorescências, que estão destacadas com um círculo nas imagens e que são explicadas no tópico 4.1.1.2.

Figura 22 - Fissuras e eflorescências na parede externa do Bloco 1.



Fonte - Autor (2016).

Figura 23 - Fissuras e eflorescências na parede externa do Bloco 3.



Fonte - Autor (2016).

As trincas representadas nas Figuras 22 e 23 podem ter como causa o ponto de tensão entre a viga sob o chapuz metálico e a alvenaria da platibanda. Segundo Thomaz (1989) estas trincas são oriundas do carregamento não uniforme da viga superior sobre o painel de alvenaria, pois existe uma tendência de ocorrer maior carregamento junto aos cantos. Esta fissura pode permitir a penetração de água na parede.

É importante ressaltar que toda patologia só deve ser reparada quando a causa da mesma for eliminada, desta forma, nas fissuras observadas nas Figuras 22 e 23, primeiramente, seria necessário reparar a estrutura de modo que o carregamento da viga sobre a alvenaria fosse uniforme. Segundo Thomaz (1989), nestes casos, como alternativa simples de reparo, pode ser realizado a inserção de material deformável na junção entre viga e alvenaria. O autor afirma, ainda, que a reparação ideal é com a execução de um coxim de distribuição devidamente dimensionado para a sobrecarga atuante.

Após a resolução da causa da fissura, a mesma pode ser reparada, com a raspagem, limpeza e preenchimento com argamassa. Com isso, as fissuras originadas pela percolação da água também podem ser eliminadas e o problema, solucionado.

4.1.1.2 Caso 2: Manchas de umidade, mofo, bolor e eflorescências.

Nos beirais de todos os blocos do colégio observaram-se manchas de umidade, na parte inferior e também na platibanda em alvenaria do beiral, de acordo com as Figuras 24 e 25. Conforme citado no tópico 4.1.11, foram encontradas eflorescências em conjunto com as fissuras ilustradas nas Figuras 22 e 23.

A água, o teor de sais solúveis e a pressão hidrostática necessária para os sais migrarem para a superfície são os três fatores que causam as eflorescências. Se um dos três fatores for eliminado, não existe a ocorrência do fenômeno (BAUER, 1994).

Bauer (1994) ainda afirma que a água pode ser proveniente da umidade do solo, chuva, infiltrações, vazamentos de tubulações, limpeza, dentre outros. Os sais solúveis podem estar presentes devido a diversos fatores, como a água de amassamento, a característica e composição dos materiais utilizados na obra e também o efeito de gases e poluição na região. A percolação de água sob pressão da gravidade ou de vazamentos, a infiltração por trincas ou fissuras, capilaridade ou a combinação desses fatores gera a pressão hidrostática, terceiro fator necessário para que ocorram as eflorescências.

Nos casos observados na edificação, a água pode ser proveniente da chuva, já que a parede está exposta às intempéries e com fissuras nos locais onde a água pode infiltrar, o que leva ao transporte dos sais solúveis, resultando nas eflorescências visualizadas.

Mofo e bolor podem ser reparados com a limpeza dos locais atingidos e emprego de materiais fungicidas. As eflorescências encontradas na fachada possuem relação direta com a fissuração apresentada nos locais; conforme citado anteriormente, com a resolução do fissuramento, novas patologias podem ser evitadas. Para reparo de eflorescências, Resende (2004) sugere a utilização de produtos químicos e abrasivos para a remoção desta patologia em argamassas e pinturas, além da água sob pressão, desde que a situação seja devidamente analisada para que a água não influencie negativamente e promova novos problemas. Silva (1997) sugere a aplicação de ácido muriático ou acético, ambos na diluição de 1:10, precedidos de lavagem com água limpa em abundância.

Figura 24 - Manchas de umidade na laje do Bloco 2.



Fonte - Autor (2016).

Figura 25 - Manchas de umidade no Bloco 1.



Fonte - Autor (2016).

A presença de água nas faces externas das edificações causa a proliferação de fungos que provocam manchas e deterioração dos revestimentos (VERÇOZA, 1981). As manchas de umidade encontradas nas dependências do colégio têm

origem da água que percorre as paredes externas da edificação e chega até a laje onde as manchas se manifestam. Segundo relatos e observando a situação, não existem pontos onde a água possa infiltrar pelas telhas.

As fissuras que se observam na Figura 24 podem estar associadas ao umedecimento e secagem da argamassa de revestimento, ou pela falta de manutenção, ou seja, aplicação de pintura periodicamente na superfície, ou também a ocorrência de movimentações térmicas do revestimento podem provocar o aparecimento de microfissuras na argamassa.

Visualizando-se a Figura 25, há manchas verdes na parede externa, onde se percebe maior incidência de água da chuva e menor incidência de sol, já que a parede ilustrada tem face para o Sul. Também pode ser observada a falta de detalhamento nesta parede, a execução de uma pingadeira poderia impedir a percolação da água nesta superfície e o agravamento do problema, mas não existem dispositivos como este nas fachadas e paredes externas da edificação.

No caso das manchas de umidade, a solução ideal seria a preparação da superfície para aplicação de material impermeabilizante, seguido da pintura final, devido ao fato das paredes estarem expostas às intempéries. A execução de detalhamentos nas fachadas também é aconselhável para a situação encontrada, de modo a evitar a percolação de água pelas superfícies. Pingadeiras, rufos, ressaltos, bunhas e frisos são alguns dos dispositivos que poderiam ser executados.

4.1.1.3 Caso 3: Patologias de pintura

No colégio também foram encontradas manifestações patológicas na pintura, entre elas: repintura ou baixa cobertura da tinta, bolhas e descamação. A repintura foi encontrada principalmente no teto das salas de aula, o que se nota no destaque da Figura 26.

Figura 26 - Repintura do teto em uma sala de aula.



Fonte - Autor (2016).

Para Polito (2010) a baixa cobertura pode ser ocasionada por má qualidade da tinta, rolo ou pincel, ou erro na pigmentação, alastramento e nivelamento da tinta. Nos casos encontrados em algumas salas de aula, esta falha está presente principalmente nos recortes, no encontro da laje com a parede, onde possivelmente a pintura tenha sido executada com pincel, enquanto o restante do teto foi pintado com rolo. O baixo poder de cobertura ficou evidente pelo fato de não se utilizar a mesma ferramenta de aplicação em toda a área a ser pintada, podendo ser, ainda, a aplicação de tinta diferente da original.

Para a resolução deste problema, seria necessária a repintura das salas, com material de qualidade e aplicação uniforme da tinta com a mesma ferramenta, ao longo de toda a área, para que o acabamento da área central seja igual aos recortes.

Os principais locais onde ocorre o descascamento da pintura são os corredores de acesso às salas, geralmente no teto, conforme é possível observar nas Figuras 27 e 28.

Figura 27 - Descascamento na pintura do teto do Bloco 2.



Fonte - Autor (2016).

O descascamento demonstrado na Figura 27 pode ter ocorrido em consequência da diluição inadequada da tinta quando houve a primeira demão sobre o reboco, ou excesso de poeira na superfície, que não foi devidamente limpa, ou umidade da superfície, durante ou depois da pintura.

Figura 28 - Descolamento e bolhas – Bloco 2.



Fonte - Autor (2016).

As bolhas possuem relação direta com a umidade, já que dentre as principais causas destas, está a infiltração de umidade por meio de paredes externas, ou a exposição à umidade logo após a secagem, principalmente onde a superfície é mal preparada. Os casos de descolamento geralmente ocorrem por uso de tinta de baixa qualidade, que oferece pouca adesão e flexibilidade, erro na diluição, ou preparação inadequada da superfície. Essa patologia geralmente se inicia com pequenas fissuras e quando atingem um estágio avançado, ocorrem os descolamentos de tintas (POLITO, 2010).

Nos casos observados, as bolhas geralmente estavam acompanhadas por descolamentos, o que levanta a possibilidade destes estarem surgindo após a formação de bolhas, já que estas fazem parte dos fatores que levam ao surgimento de destacamentos de tinta. Na Figura 28 percebe-se a presença de umidade no local, o que pode levar ao surgimento das bolhas e as características são a perda da adesão e levantamento do filme da superfície. Esses dois sintomas auxiliam no processo de descolamento, que já pode ser considerado avançado, pois algumas placas de tinta se desprenderam do teto.

Com a reparação destes problemas seria possível a remoção da camada atual de tinta e a limpeza e preparação adequada da superfície a fim de realizar uma repintura, respeitando as proporções de diluição, tempo de cura e aplicação conforme indicação do fabricante do produto. Um dos possíveis fatores responsáveis pelas patologias em geral é a umidade e, portanto, ela deve ser eliminada, para que danos não voltem a se manifestar. Sendo assim, a aplicação de material impermeabilizante antes de cada camada de tinta também seria interessante para a proteção da superfície.

4.1.1.4 Caso 4: Patologias em revestimentos cerâmicos

Os revestimentos cerâmicos assentados nas dependências do colégio também possuem manifestações patológicas, dentre elas o descolamento, manchas, trincas e fissuras. Essas patologias estão localizadas principalmente nos corredores dos blocos, onde existe a circulação de pessoas durante o dia todo. Nas pastilhas que revestem as paredes dos corredores também há algumas patologias, bem como dentro de algumas das salas de aula vistoriadas. Outra situação encontrada foi de

peças com som oco, que podem evoluir para um quadro de gretamento e até descolamento futuramente.

Na Figura 29 ilustrou-se um trecho com piso cerâmico no corredor, já é possível notar manchas e fissuras.

Figura 29 - Manchas e fissuras no revestimento cerâmico – corredor.



Fonte - Autor (2016).

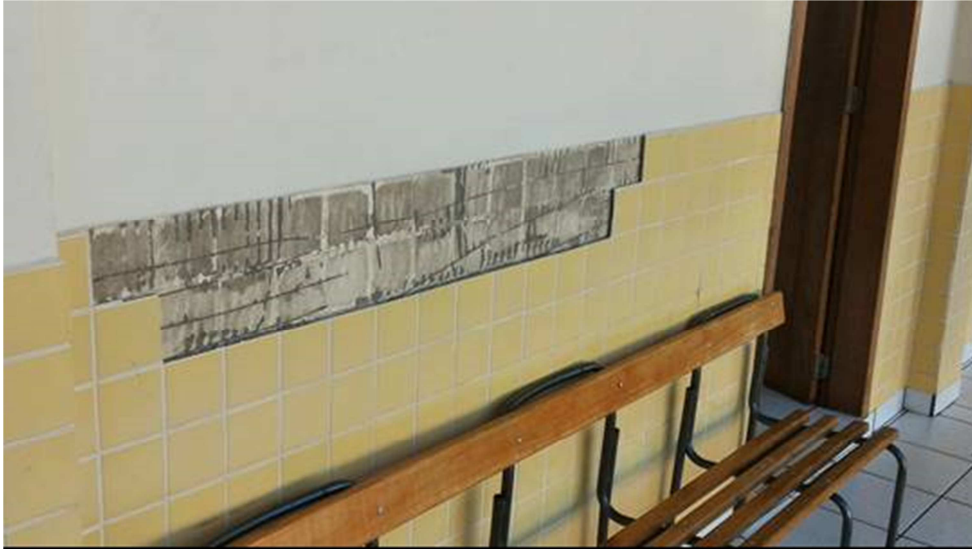
As trincas e fissuras ocorrem pela perda da integridade da superfície da placa cerâmica, sendo que existem casos onde o problema é somente estético e caracterizado como gretamento, pois só atinge o esmalte da peça, e casos mais graves onde ocorre o processo de descolamento. As manchas geralmente estão ligadas à infiltração de água e contribuem para a desagregação de revestimentos (ROSCOE, 2008).

Observando a Figura 29 há uma associação de fissuras e manchas nas placas, evidenciando que, no futuro, um quadro grave de descolamento de peças pode ocorrer, tornando a circulação perigosa nos corredores.

Além da situação demonstrada na Figura 29, foram encontradas mais peças que já apresentam o som oco e outras iniciando uma fissuração que podem evoluir para novos casos de descolamento. Segundo os funcionários do colégio, os revestimentos cerâmicos foram trocados na última reforma realizada no ano de 2010.

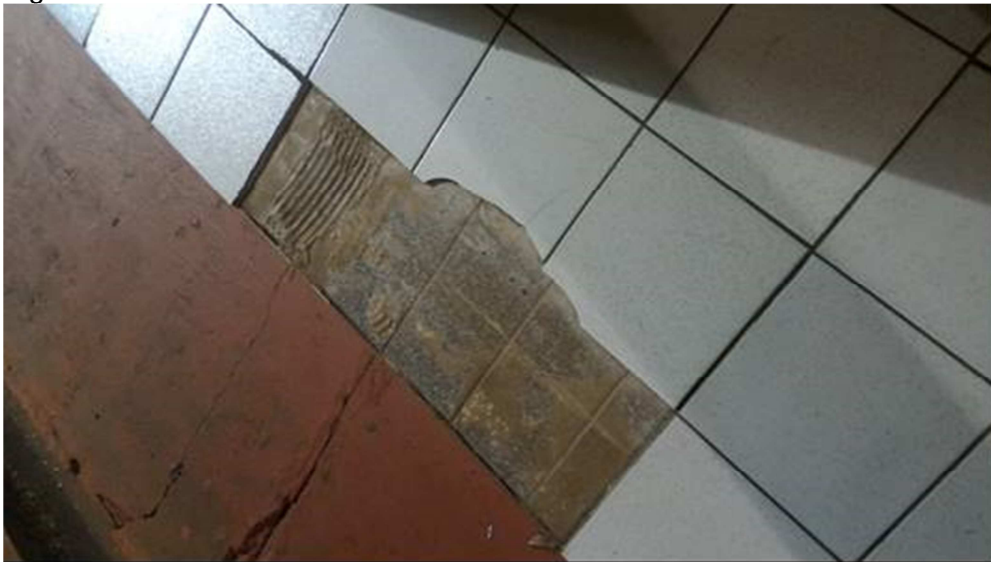
Nas Figuras 30 e 31 estão demonstrados casos onde já houve o descolamento das peças.

Figura 30 - Descolamento de pastilhas nas paredes.



Fonte - Autor (2016).

Figura 31 - Destacamento de revestimento cerâmico.



Fonte - Autor (2016).

Destacamentos ocorrem quando as tensões presentes nos revestimentos são maiores que a capacidade de ligação entre a placa e a superfície, ou argamassa de assentamento. O primeiro sintoma desta patologia é um som oco na peça, quando ela é percutida. Posteriormente, esta perde totalmente a aderência, ocorrendo assim o descolamento. Essa patologia comumente ocorre num tempo próximo a cinco

anos após a conclusão da obra e exige atenção pelo fato de possuir elevado custo de reparo e risco de ocasionar acidentes (ROSCOE, 2008).

As patologias de revestimentos cerâmicos encontradas no colégio estão em estado avançado, onde já surgiram fissuras, trincas e até mesmo descolamentos. Desta maneira, não existem muitas maneiras de resolver a situação apenas com reparos. Na situação observada, o ideal seria a troca de todo revestimento nas áreas afetadas, já que as patologias nos pisos foram percebidas em todos os corredores dos blocos e em várias salas de aula. No caso das pastilhas, a incidência foi menor e dessa maneira o assentamento nas áreas problemáticas já poderia solucionar as patologias, sem necessidade de trocar todo o revestimento.

É importante destacar que existe a informação de que a última reforma, realizada há seis anos, contemplou a troca de revestimentos, o que evidencia a baixa durabilidade e até mesmo a falta de qualidade em materiais e mão de obra. É necessário escolher materiais adequados para a situação do local, onde existe alto tráfego de alunos em todos os períodos do dia, além de utilizar argamassa colante de qualidade e profissionais devidamente instruídos para que no caso de troca de revestimentos, a qualidade prevaleça e as patologias sejam evitadas.

4.1.2 Estimativa de custo para a patologia mais frequente

Conforme explanado anteriormente, a patologia mais frequente nas dependências do colégio vistoriado foram as fissuras, especialmente as formadas a 45° a partir do vértice de aberturas. Em todas as salas de aula, salas administrativas e nos corredores de acesso às salas, essas fissuras foram encontradas, evidenciando a falta de contravergas na construção da estrutura. Conforme citado no tópico anterior, uma medida corretiva possível para esta patologia seria a aplicação de tela de náilon ou estuque junto à pintura. Desta forma, estipulou-se um custo aproximado, relacionando o valor por metro e considerando a largura da fita, já que cada fissura possui um tamanho, variando a quantidade de fita a ser aplicada.

A composição dos custos foi feita utilizando informações da tabela da SINAPI/SindusCon 2016, para o Estado do Paraná, do Sindicato dos Trabalhadores

na Indústria da Construção Civil de Cascavel e Região (SINTRIVEL), e também por meio de pesquisa, sendo que no Quadro 05, todas as informações estão detalhadas. Para cálculo do rendimento da tinta e da massa corrida, foram utilizadas informações de fabricantes.

Quadro 4 - Composição de custos para reparação de 1m².

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNIT.(R\$)	TOTAL ITEM (R\$)	SINAPI/FONTE
Tela de Bandagem ou Náilon	m ²	1	5,36	5,36	PESQUISA
Tinta	L	0,33	18,31	6,0423	SINAPI 7356
Massa Corrida PVA para paredes internas	L	0,72	4,97	3,5784	SINAPI 4048
Pedreiro (abrir a fissura, limpar e colar a fita)	h	7,62	0,25	1,905	SINTRIVEL
Pintor	h	1	13,65	13,65	SINAPI 4783
CUSTO TOTAL APROXIMADO PARA 1m ²				R\$ 30,54	

Fonte - Autor (2016).

Para a realização do cálculo, foram adotados valores necessários para a execução de 1m² de reparo, devido à variação de tamanhos das fissuras encontradas. O método escolhido para a reparação consiste na abertura e limpeza da fissura, realizada por um pedreiro, seguida da fixação da tela de bandagem, que precisa receber uma demão de tinta. Na sequência é executado o processo de acabamento, com utilização de massa corrida e tinta para a finalização. Desta forma, no momento de calcular o custo para fissuras encontradas nas dependências do colégio, deve se levar em consideração o tamanho da fissura, realizando o transpasse de 15cm para cada lado da fissura e posteriormente relacionar a quantidade calculada com o valor definido para 1m², obtendo assim o valor total para a reparação de cada fissura.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo realizado foi possível localizar e analisar possíveis causas e reparos para as patologias existentes nas dependências do colégio, localizado na cidade de Cascavel, Paraná.

A pesquisa se consistiu no estudo de bibliografias relacionadas ao tema do estudo, vistoria *in loco* com levantamento de informações e registros fotográficos, além de entrevista e diálogos com a responsável pelo colégio. Todas as etapas tiveram importante contribuição para o resultado obtido.

Foi constatada a presença de patologias em quase todos os ambientes do colégio, sendo elas: trincas e fissuras, manchas de umidade, eflorescências, patologias em pinturas e em revestimentos cerâmicos. Apesar disso, nos diálogos realizados com funcionários, ficou evidente o fato de que muitos não entendem o risco, considerando normal a presença de fissuras, sem refletir sobre a questão de que a ausência destas podem gerar segurança e qualidade ao desempenho da edificação. Mesmo que algumas patologias sejam de simples reparo, sempre é importante verificar as causas e buscar soluções para as mesmas, visto que pode ocorrer um agravamento, o que faz com que o reparo fique com custo elevado e até mesmo que a solução deste seja extremamente dificultosa.

O controle, verificação e maior fiscalização na execução das obras evitariam problemas como os encontrados. As instruções de fabricantes e consideração às normas devem ser levadas em consideração, para que todos os materiais e mão de obra dos empregados alcancem o desempenho esperado para maior durabilidade da edificação.

Conforme informações obtidas em entrevista com a diretora, existem quatro verbas anuais repassadas à escola, mas que possuem um sistema burocrático para utilização, além de serem insuficientes para a realização de reparos maiores. Muitas vezes a verba é utilizada para manutenções rotineiras como troca de lâmpadas e pequeno reparo nas instalações elétricas, troca de torneiras, entre outros.

Algumas patologias encontradas, principalmente as fissuras, possuem origem a partir de erros cometidos na execução da obra, como explicitado anteriormente,

mas existem patologias de pintura e de revestimento cerâmicos, que foram reformadas e trocadas há seis anos, ou seja, novos erros foram cometidos e o prejuízo é da comunidade escolar que convive diariamente com esses problemas que podem até levar à ocorrência de acidentes com os alunos e funcionários.

A realização de manutenções preventivas seria uma alternativa interessante para que ao se perceber alguma anormalidade na estrutura, a mesma pudesse ser reparada imediatamente, enquanto está em estágio inicial e com fácil reparo. Na medida em que a estrutura depende de reformas que levam anos para acontecer, as patologias se agravam, a incidência aumenta e nem sempre o reparo se torna possível ou viável.

Este estudo contribuiu, pois, para a ocorrência de análise detalhada das prováveis causas que originaram as patologias e também o entendimento do que houve com a estrutura, com a proposição de algumas soluções prováveis para que os reparos e as dependências do colégio tivessem um desempenho satisfatório com qualidade e segurança para todos os usuários.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante a execução do trabalho, foram levantadas algumas sugestões de trabalhos futuros:

- Analisar a construção de edificações públicas, para verificar como é o controle de qualidade dos serviços e o respeito às normas;
- Estudar um projeto de implantação para manutenção preventiva em colégios estaduais;
- Levantar as patologias em colégios, com a utilização de equipamentos que possibilitem maior precisão no diagnóstico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIAZZI, J.P. **Patologia da construção: abordagem e diagnóstico.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – UFSM. Santa Maria, RS, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 9575. **Impermeabilização – seleção e projeto.** Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2010.

BAUER, L.A.F. **Materiais de construção.** 5 ed. Vol. II. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre – Recomendações para projeto, execução e manutenção.** 1988.152p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, UFRGS. Porto Alegre. 1988.

FERREIRA, H.C.; FERREIRA, H.S.; MENEZES, R.R.; NEVES, G.A. **Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção - revisão.** 2006.13p. Artigo.

FIORITO, A.J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução.** 2 ed. São Paulo: Pini, 2009.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções – procedimento para diagnóstico e recuperação.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo BT 06/86, 1986.

MARCELLI, M.. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras.** 1 ed. São Paulo: Pini, 2007.

MIOTTO, D. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco, PR.** 2010. 63p. Monografia – UFPR. Pato Branco, PR, 2010.

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

RESENDE, M.M. **Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos.** 2004. 215p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Construção Civil. São Paulo, 2004.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção.** 3. ed. São Paulo: Pini, 1996.

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

ROSCOE, M. T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada.** 2008.81p. Monografia (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia – UFMG. Belo Horizonte, MG, 2008.

SANCHES, M.C. S. **Estudo de casos de patologias estruturais ocasionadas por ação das águas pluviais e aterros na região de Campo Mourão, PR.** 2013. 60 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS).** 2005.166f. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre. 2006.

SOUZA, G.F. **Eflorescências nas argamassas de revestimento.** II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Salvador, 1997.

SOUZA, M. F. de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas construções.** 2008. 64p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

THOMAZ, É. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** 1. ed. São Paulo: Pini, 2001.

_____. **Trincas em edifícios – causas, prevenção e recuperação.** 1. ed. Vol. I. São Paulo: Pini, 1989.

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

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

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO RESPONDIDO

QUESTIONÁRIO

- Em sua opinião, quais são os principais problemas na estrutura da escola?

R: Fissuras e falta de espaço físico adequado.

- Existe algum problema que em determinadas situações atrapalha o desenvolvimento das atividades escolares?(Ex.: Goteiras ou infiltração de água quando chove)

R: Não, somente problemas que não interferem nas atividades.

- Quando foi executada a ultima reforma no Colégio? Quais áreas foram reformadas? O que foi feito?

R: 2010. Foi executada nova pintura, troca do telhado e troca de revestimentos cerâmicos.

- A reforma atendeu o que era esperado pela comunidade escolar?

R: Sim

- A escola recebe algum tipo de manutenção periódica? Ou somente foi reformada?

R: Existem 4 verbas anuais repassadas pelo Governo do Estado para pequenos reparos, mas nem sempre essa verba é suficiente e existe muita burocracia para utilizar a mesma.

- Em sua opinião, existe necessidade de executar alguma reforma ou melhoria na escola? Se sim, qual? Este serviço foi solicitado?

R: Sim. Construção de muro totalmente fechado, já que hoje o colégio possui apenas grades e “alambrado”. Também foi solicitada a ampliação da estrutura física, já que a atual não possui sala de apoio e sala de recursos (é improvisada).

- O que considera mais importante, reformas à longo prazo ou manutenções preventivas a curto prazo?

R: Os recursos repassados durante o ano são importantes para manutenção da estrutura, porém é burocrático, já que são necessários orçamentos com três prestadores de serviço, algo que muitas vezes não é possível pela falta de interessados. Além disso, não é possível utilizar as quatro verbas de uma só vez, para fazer alguma reforma maior, só é possível utiliza-las individualmente dentro de um prazo definido. Se fosse mais prático a utilização, a manutenção seria o melhor caminho.

APÊNDICE B – QUADRO INFORMANDO AS PATOLOGIAS ENCONTRADAS EM CADA AMBIENTE

AMBIENTE	PATOLOGIAS ENCONTRADAS					
	MOFO, BOLOR, UMIDADE	EFLORESCÊNCIAS	TRINCAS/FISSURAS	PINTURA	REVESTIMENTOS	OUTROS
Parede externa B1 Norte	X	X	X	X		
Parede externa B1 Sul	X	X	X	X		
Parede externa B2 Norte	X	X	X	X		
Parede externa B2 Sul	X	X	X	X		
Parede externa B3 Norte	X	X	X	X		
Parede externa B3 Sul	X	X	X	X		
Parede externa B4 Norte	X	X	X	X		
Parede externa B4 Sul	X	X	X	X		
Corredor B1	X	X	X		X	
Corredor B2	X	X	X	X		
Corredor B3	X	X	X	X	X	
Corredor B4	X	X	X	X	X	
Saguão			X	X	X	
Sala Diretora			X			
Sala Secretaria			X			
Sala Professores			X			
Banheiros					X	
Sala 1			X	X	X	
Sala 2			X	X	X	
Sala 3			X	X	X	
Sala 4			X	X	X	
Sala 5			X	X	X	
Sala 6			X	X	X	
Sala 7			X	X	X	
Sala 8			X	X	X	
Sala 9			X	X	X	
Sala 10			X	X	X	
Sala 11			X	X	X	
Sala 12			X	X	X	
Sala 13			X	X	X	
Sala 14			X	X	X	
Lab. Biologia			X			
Lab. Informática			X			
Biblioteca						
Quadra						
TOTAL	12	12	32	26	19	0
% em relação ao total de ambientes	34,29%	34,29%	91,43%	74,29%	54,29%	0,00%