

**FACULDADE ASSIS GURGACZ - FAG**

**PABLO DIEGO MAYER**

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM COLÉGIO  
ESTADUAL NA CIDADE DE CASCAVEL/PR**

**CASCAVEL - PR  
2016**

**FACULDADE ASSIS GURGACZ - FAG**  
**PABLO DIEGO MAYER**

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM COLÉGIO  
ESTADUAL NA CIDADE DE CASCAVEL/PR**

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

**Orientadora: Profª Dra. Engenheira Civil Ligia  
Eleodora Francovig Rachid**

**CASCAVEL - PR**  
**2016**

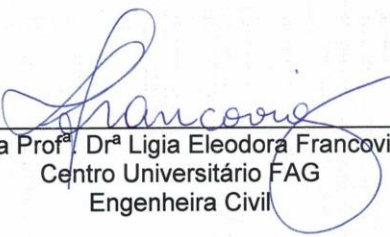
**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG**

**PABLO DIEGO MAYER**

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

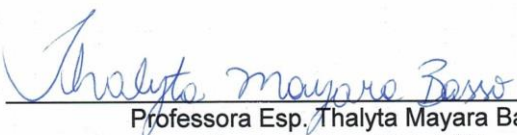
Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG,  
como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob  
orientação da Professora **Dr<sup>a</sup>. Ligia Eleodora Francovig Rachid**.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> 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.

## **RESUMO**

Desde sua emancipação, no dia 14 de novembro de 1951, a cidade de Cascavel em pouco mais de seis décadas passou a ser reconhecida como a maior cidade do Oeste do Paraná, por ser uma cidade moderna e com uma taxa de crescimento populacional de 5% ao ano. Em 2013 o município de Cascavel teve 86 mil alunos matriculados em escolas ou creches. Esse crescimento fez com que escolas passassem por reformas constantes. Diante dessa afirmação pode-se reconhecer que algumas reformas não são tão funcionais assim, deixando a desejar em certos aspectos que deveriam até então passar despercebidos, como é o caso das manifestações patológicas evidenciadas em edificações ao longo de sua vida útil. A pesquisa foi realizada em um Colégio Estadual da cidade de Cascavel (PR) para identificar os tipos de patologia que vem ocorrendo na edificação, e também para levantar os fatores que induziram a este e outros problemas que interferem na comodidade e no bem-estar dos profissionais e alunos que passam boa parte do seu dia em atividade naquele local. Verificou-se que em 55% dos ambientes do Colégio ocorreram patologias relacionadas à infiltração, seguido de trincas e fissuras, e patologias em revestimentos com 45% dos ambientes danificados. Constatou, por fim, que independentemente do tipo de manifestação patológica, a mesma poderia ter sido evitada na execução, através dos materiais utilizados e com a manutenção preventiva, fatores que poderiam contribuir positivamente para essas edificações públicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patologias. Colégios públicos. Infiltração.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Origem dos problemas patológicos.....                                        | 12 |
| Figura 2 – Fissuras por retração em argamassa de revestimento. ....                     | 14 |
| Figura 3 – Manchas de umidade.....                                                      | 15 |
| Figura 4 – Manifestação de mofo e bolor.....                                            | 15 |
| Figura 5 – Eflorescência em revestimento pastilha. ....                                 | 17 |
| Figura 6 – Deslocamento do revestimento cerâmico.....                                   | 18 |
| Figura 7 – Fachada frontal do Colégio. ....                                             | 20 |
| Figura 8 – Localização do Colégio.....                                                  | 21 |
| Figura 9 – Implantação dos ambientes analisados.....                                    | 21 |
| Figura 10 – Esquema do método utilizado. ....                                           | 22 |
| Figura 11 – Reparos efetuados no Colégio.....                                           | 26 |
| Figura 12 – Gráfico de frequência das manifestações patológicas.....                    | 27 |
| Figura 13 – Fissuras causadas pela retração. ....                                       | 28 |
| Figura 14 – Fissura resultante da dilatação térmica da laje superior. ....              | 30 |
| Figura 15 – Patologia resultante da ausência de inclinação mínima do peitoril.....      | 30 |
| Figura 16 – Fissura causada por sobrecarga. ....                                        | 31 |
| Figura 17 – Trinca no encontro do pilar de concreto com a parede de alvenaria.....      | 32 |
| Figura 18 – Arranque da parede a partir do pilar. ....                                  | 32 |
| Figura 19 – Recuperação de destacamento pilar/parede com tela de estuque.....           | 33 |
| Figura 20 – Manchas de umidade no topo dos muros. ....                                  | 34 |
| Figura 21 – Manchas de umidade no teto.....                                             | 34 |
| Figura 22 – Mancha de umidade no topo do pilarete. ....                                 | 35 |
| Figura 23 – Descascamento da pintura próximo à base da parede. ....                     | 36 |
| Figura 24 – Aplicação de massa corrida diretamente sobre lajotas cerâmicas.....         | 36 |
| Figura 25 – Pastilhas cerâmicas com empolamento.....                                    | 37 |
| Figura 26 – Pilar da tesoura metálica apoiada diretamente sobre alvenaria.....          | 38 |
| Figura 27 – Valores unitários dos componentes para a execução da argamassa.....         | 38 |
| Figura 28 – Levantamento do valor total do reparo por m <sup>2</sup> de argamassa. .... | 39 |

## **LISTA DE QUADROS**

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Modelo para levantamento dos subsídios.....  | 23 |
| Quadro 2 – Levantamento dos subsídios encontrados. .... | 27 |

## SUMÁRIO

|                                                                             |               |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>CAPÍTULO 1.....</b>                                                      | <b>8</b>      |
| 1.1 INTRODUÇÃO.....                                                         | 8             |
| 1.2 OBJETIVOS.....                                                          | 9             |
| 1.2.1 Objetivo Geral .....                                                  | 9             |
| 1.2.2. Objetivos Específicos .....                                          | 9             |
| 1.3 JUSTIFICATIVA.....                                                      | 9             |
| 1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....                                        | 10            |
| 1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....                                           | 10            |
| <br><b>CAPÍTULO 2.....</b>                                                  | <br><b>11</b> |
| 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                                             | 11            |
| 2.1.1 Considerações iniciais.....                                           | 11            |
| 2.1.2 Origem dos problemas patológicos .....                                | 11            |
| 2.1.3 Argamassas para revestimento .....                                    | 12            |
| 2.1.4 Principais patologias encontradas em revestimentos de argamassa ..... | 13            |
| 2.1.4.1 Fissuras causadas por retração de produtos à base de cimento .....  | 13            |
| 2.1.4.2 Manchas de umidade, mofo e bolor.....                               | 14            |
| 2.1.4.3 Eflorescência .....                                                 | 16            |
| 2.1.4.4 Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos.....           | 17            |
| 2.1.4.4.1 Deslocamento, empolamento e deslocamento .....                    | 18            |
| 2.1.4.4.2 Trincas, fissuras e gretamento .....                              | 19            |
| <br><b>CAPÍTULO 3.....</b>                                                  | <br><b>20</b> |
| 3.1 METODOLOGIA.....                                                        | 20            |
| 3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa .....                              | 20            |
| 3.1.2 Caracterização da amostra .....                                       | 20            |
| 3.1.3 Coleta de dados .....                                                 | 22            |
| 3.1.3.1 Processo de identificação das patologias.....                       | 22            |
| 3.1.3.2 Quadro para coleta e análise das patologias .....                   | 23            |
| 3.1.3.3 Registros fotográficos.....                                         | 23            |
| 3.1.3.4 Pesquisa bibliográfica.....                                         | 24            |
| 3.1.4 Análise dos dados.....                                                | 24            |

|                                                                                                     |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>CAPÍTULO 4.....</b>                                                                              | <b>25</b>     |
| 4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....                                                                    | 25            |
| 4.1.1 Reparos e melhorias no local do estudo de caso .....                                          | 25            |
| 4.1.2 Manifestações patológicas encontradas no Colégio .....                                        | 26            |
| 4.1.2.1 Trincas e fissuras .....                                                                    | 28            |
| 4.1.2.1.1 Fissuras causadas pela retração de produtos à base de cimento .....                       | 28            |
| 4.1.2.1.2 Fissuras provenientes da dilatação térmica da laje .....                                  | 29            |
| 4.1.2.1.3 Fissuras provenientes da sobrecarga .....                                                 | 30            |
| 4.1.2.1.4 Trinca no encontro pilar/parede.....                                                      | 31            |
| 4.1.2.2 Infiltração (manchas de umidade, mofo e bolor).....                                         | 33            |
| 4.1.2.3 Revestimentos e pintura.....                                                                | 35            |
| 4.1.2.4 Falha executiva envolvendo estrutura metálica.....                                          | 37            |
| 4.1.3 Estimativa de custo por m <sup>2</sup> para reparo de fissuras provocadas pela retração ..... | 38            |
| <br><b>CAPÍTULO 5.....</b>                                                                          | <br><b>40</b> |
| 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                                                      | 40            |
| 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....                                                           | 40            |
| <br><b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                         | <br><b>41</b> |

## CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUÇÃO

De acordo com Duarte (2001), a construção das edificações é a base essencial para que o homem tenha prosperidade, pois a partir do direito à moradia pode-se gerar o desenvolvimento satisfatório de inúmeras outras atividades fundamentais, que por sua vez podem estar ligadas à educação e trabalho.

Na maioria dos casos o desempenho das edificações é evidenciado pela incidência de problemas patológicos que ocasionam transtornos aos usuários e constituem falhas que exigem reparos e que podem vir a reduzir a vida útil e o conforto da edificação, podendo provocar insatisfação psicológica do usuário e/ou insegurança estrutural.

Há diversos fatores responsáveis pela queda de qualidade nas construções, entre eles:

- a) Os edifícios estão cada vez mais esbeltos devido à evolução da tecnologia dos materiais e das técnicas de projeto e de execução;
- b) Devido ao controle dos materiais e serviços, as obras são conduzidas em períodos cada vez menores;
- c) Uma graduação deficiente ou incompleta de arquitetos e engenheiros;
- d) Devido a melhores remunerações em indústrias mais nobres, ocorre a desqualificação da mão de obra em indústrias de menor porte;
- e) Sistemas inconsistentes de financiamento, originando uma fuga de recursos para atividades especulativas (THOMAZ, 1989 *apud* SEGAT, 2005, p.17).

Kiss (2003 *apud* SEGAT, 2005) define que os revestimentos em argamassa estão cada vez mais resultando em patologias, inclusive antes do término da garantia, evidenciando um número crítico de manifestações patológicas.

Silva (1996 *apud* SEGAT, 2005) afirma que, de forma correlata, o entendimento dos fatores que resultam em patologias se mostra imprescindível para a recomendação de técnicas corretivas a cada caso específico, principalmente quando há impossibilidade ou é inviável consulta técnica a um especialista do ramo de patologia em edificações.

Nesse contexto, com o presente trabalho realizou-se o levantamento de patologias ocorridas nos ambientes internos e externos de um Colégio Estadual na cidade de Cascavel (PR).

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Levantar as patologias ocorridas em um Colégio Estadual na cidade de Cascavel (PR).

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Quantificar a frequência das patologias encontradas por tipologia;
- Relatar as prováveis causas para a ocorrência de cada tipo de patologia;
- Estimar o custo por área de reparo das fissuras causadas pela retração de produtos à base de cimento.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A importância deste trabalho se refere ao cuidado e à melhoria que se pode ter quando se trata de falhas executivas, algumas que são denominadas de vícios construtivos, resultantes em patologias que comumente são identificadas em edificações.

Conforme Segat (2005), em geral, apenas os acidentes que provocam uma catástrofe são publicados, e se apuram as possibilidades para determinar as causas prováveis, tendo em vista que os defeitos sem risco de ruína muitas vezes não são divulgados, ainda que possam resultar em danos progressivos que comprometerão a construção.

Lang (2012) menciona que obras públicas para atendimento a uma grande população dependem de auxílio financeiro do poder público e muitas vezes não possuem a manutenção adequada e merecida por falta de verbas para esta finalidade e por desconhecimento das pessoas que administram estes locais.

Mesmo que as estruturas sejam bem projetadas, executadas e perfeitamente utilizadas, podem desenvolver sintomas patológicos, pois todo objeto está naturalmente exposto ao desgaste devido à ação de cargas e sobrecargas das mais variadas naturezas (ALVES, 2016).

Com o estudo e entendimento do problema levantado buscou-se limitar as causas até que se entenda e resolva o surgimento dos vícios construtivos para melhoria nos métodos executivos evitando possíveis falhas, gerando menor custo e menos transtorno aos usuários.

#### 1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

De acordo com o método utilizado, a pesquisa serviu como base para identificar as patologias ocorridas no Colégio Estadual? Como podem ser entendidas as falhas executivas relatadas neste estudo?

#### 1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho foi realizado no Colégio Estadual Olinda Truffa de Carvalho, na cidade de Cascavel (PR), onde foram analisados diversos setores da área escolar como salas de aula, banheiros, saguão e fachadas, ou seja, a análise foi feita interna e externamente nos ambientes.

Alguns ambientes onde ocorreram reforma recentemente não apresentaram nenhum tipo de manifestação patológica, como os banheiros, biblioteca e o ginásio de esportes, assim não foram abordados no trabalho.

A pesquisa deu-se mediante trabalhos científicos, e bibliografias que abordam o tema patologia. A coleta de dados foi realizada mediante visitas técnicas ao Colégio, sem a utilização de ensaios de laboratório.

## CAPÍTULO 2

### 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1.1 Considerações iniciais

A incompatibilidade e a falta de detalhamentos resultam em falhas construtivas, e o quadro de manifestação de uma patologia é resultante do uso de materiais inadequados, pela ação de agentes físico-químicos, manuseio, armazenamento, má qualidade da mão de obra, desconhecimento, falta do controle de qualidade, dentre outros fatores (ARAÚJO, 2011).

Segundo Neville (1997), ao contrário do que muitos pensadores definem, a durabilidade de um material não significa suportar qualquer ação em ambientes com variadas condições, muito menos denota vida por tempo indefinido. A durabilidade é representada pela conservação de propriedades originais do material, por um período de tempo determinado (COLLEPARDI, 1998).

Lopes (2012) alerta que, na tentativa de reunir o existente conhecimento e divulgá-lo, foram desenvolvidas metodologias de análise no diagnóstico de anomalias estruturais, atualmente registrando uma multiplicidade de ofertas disponíveis e mesmo mediante tamanha diversidade, a realidade demonstra a ausência da qualidade na construção e os erros permanecem contínuos.

#### 2.1.2 Origem dos problemas patológicos

Conforme cita Lang *et al.* (2012), a origem das patologias pode ser dividida em:

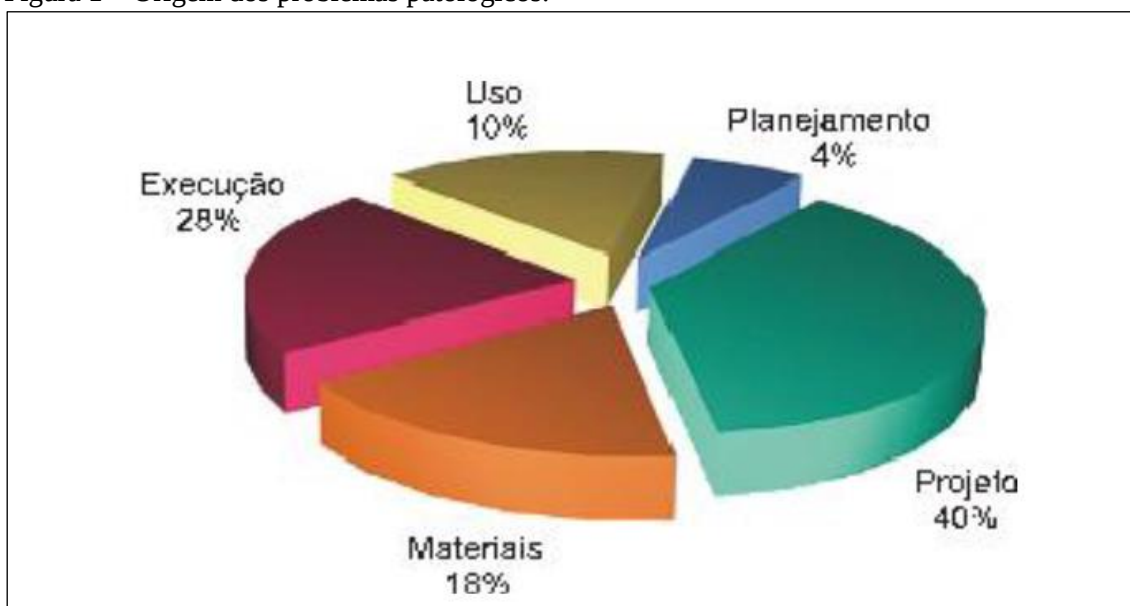
- Congênitas: Erros de projeto resultantes do descumprimento das normas técnicas ou erro dos profissionais não capacitados o bastante para o entendimento daquele tipo de revestimento;
- Construtivas: Erros na execução da obra, causados pela falta de uma mão de obra especializada, ou pela utilização de produtos sem certificado de qualidade;
- Adquiridas: Ao longo da vida útil das estruturas pode haver um desgaste por ação humana – utilização – ou por fatores naturais;

- Acidentais: Ocasionadas por algum fenômeno incomum.

Ou seja, as patologias podem surgir devido a falhas no projeto, utilização indevida, erros construtivos ou pela falta de manutenção preventiva da edificação (OLIVEIRA, 2004 *apud* LANG 2012).

A Figura 1 ilustra as principais causas resultantes em patologias e a porcentagem para cada tipo, alertando para um número crítico de falhas nas etapas de projeto e execução.

Figura 1 – Origem dos problemas patológicos.



(Fonte: Grunau *apud* Lang, 2012).

### 2.1.3 Argamassas para revestimento

Segundo a NBR 13529 (1995), o revestimento executado com argamassa é considerado como cobertura para uma superfície com uma ou mais camadas superpostas, de modo a receber outro acabamento para fins decorativos ou constituir-se em acabamento final.

Conforme Carneiro (1999), a durabilidade do revestimento em argamassa dependerá de seu desempenho em propriedades no estado fresco, endurecido e na interação – aderência – com a base.

De acordo com a NBR 13530 (1995), as argamassas são classificadas com relação à natureza, tipo e número de aglomerantes, propriedades especiais, função no sistema de revestimento e forma de preparo ou fornecimento.

Ainda segundo a NBR 13530 (1995), os revestimentos são classificados segundo o número de camadas, o ambiente de exposição das mesmas, comportamento frente à umidade, às radiações e ao calor, bem como em relação ao acabamento da superfície, considerando o acabamento final ou a aderência com a camada que sucede a uma nova.

Franco (1998) determina que o fato de as camadas de revestimento aderirem-se ao substrato e estando severamente expostas às condições do meio ambiente, resulta em tensões na interface substrato/revestimento, como consequência de diferentes movimentos entre diferentes camadas sobrepostas, degradando cada vez mais os revestimentos.

#### 2.1.4 Principais patologias encontradas em revestimentos de argamassa

##### 2.1.4.1 Fissuras causadas por retração de produtos à base de cimento

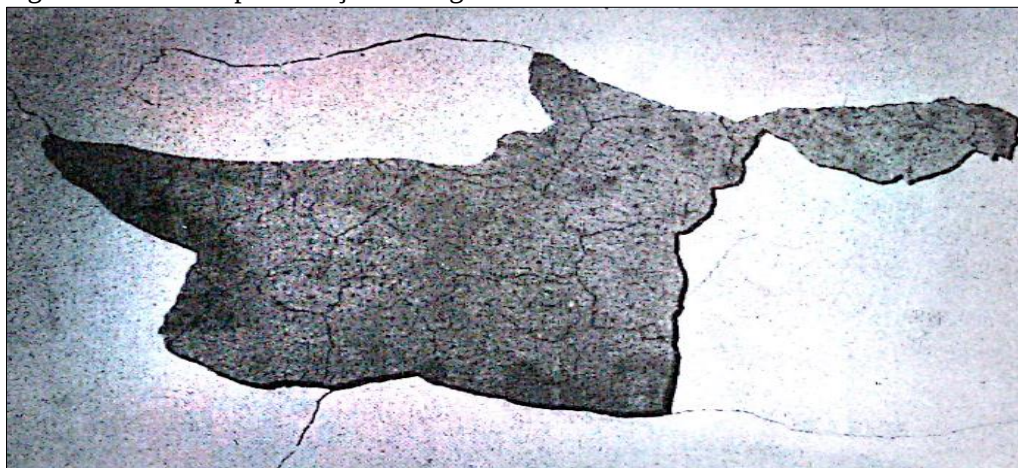
Segundo Thomaz (1989) há três tipos de retração que podem ocorrer em produtos preparados com cimento, sendo elas:

- a) Retração química: a reação química entre o cimento e a água se dá com redução de volume; devido as grandes forças interiores de coesão, a água combinada quimicamente (22 a 32%) sofre uma contração de cerca de 25% de seu volume original;
- b) Retração de secagem: a quantidade excedente de água empregada na preparação do concreto ou argamassa, permanece livre no interior da massa, evaporando-se posteriormente; tal evaporação gera forças capilares equivalentes a uma compressão isotrópica da massa, produzindo a redução de seu volume;
- c) Retração por carbonatação: a cal hidratada liberada nas reações de hidratação do cimento reage com o gás carbônico presente no ar, formando carbonato de cálcio; esta reação é acompanhada de uma redução de volume, gerando a chamada retração por carbonatação (THOMAZ, 1989, p. 103).

Ainda segundo Thomaz (1989), a retração das argamassas tende a aumentar com o consumo de aglomerantes, com o teor de água de amassamento e a porcentagem de finos, assim como outros fatores que auxiliam na retração como a aderência com a base, o número de camadas aplicadas e suas devidas espessuras, período de tempo entre uma camada e outra, e pela intensidade de insolação e vento.

A Figura 2 ilustra a ocorrência de retração em revestimento de argamassa, observando-se que a distância entre as fissuras no emboço (mais rígido) é menor que no reboco (mais elástico).

Figura 2 – Fissuras por retração em argamassa de revestimento.



(Fonte: Thomaz, 1989).

#### 2.1.4.2 Manchas de umidade, mofo e bolor

Dentro da temática para a engenharia, relacionando-se às patologias, tem-se a umidade como sendo “qualidade ou estado úmido ou ligeiramente molhado” (KLEIN, 1999).

Conforme Perez (1985), a umidade nas construções representa um dos problemas mais acentuados e difíceis de serem corrigidos.

Segundo Verçosa (1991) a umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. Ela é um fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais.

Os problemas de umidade podem se manifestarem em diferentes elementos das edificações, como paredes, pisos, elementos de concreto armado, entre outros. A Figura 3 ilustra uma situação com manchas de umidade.

Figura 3 – Manchas de umidade.



(Fonte: Fórum da Construção, 2016).

É muito comum na atualidade, junto a processos judiciais, as causas estarem vinculadas ao surgimento de mofo e bolor em edificações, como demonstrado na Figura 4. Dentre as prováveis causas para o surgimento deste tipo de patologia estão o nível de isolamento insuficiente e pontos de calor, elevada resistência superficial e elevada produção interna de umidade (KIEBL e SEDLBAUER, 2001).

Figura 4 – Manifestação de mofo e bolor.



(Fonte: Vericce Empreendimentos, 2016).

Conforme cita Cunha *et al* (s/d), a umidade relativa do ar ótima para o desenvolvimento do mofo fica entre 90% e 98%, mas, ainda assim, observa-se que algumas espécies como o fungo *xerophile* pode desenvolver-se com a umidade relativa do ar na faixa de 65%.

Em clima com invernos rigorosos a temperatura da superfície interior de paredes exteriores, conjuntamente com a umidade presente no espaço interior, são fatores determinantes na formação de mofo e bolor nas superfícies interiores (CUNHA, s/d).

Segundo Shirakawa (1995 *apud* LANG, 2012), o termo bolor ou mofo é entendido por diversas populações como a colonização de fungos filamentosos sobre vários tipos de substratos, principalmente as argamassas inorgânicas.

#### 2.1.4.3 Eflorescência

De acordo com Fantini (2010), eflorescência é uma patologia que pode apresentar níveis de gravidade diferenciados, desde a simples alteração da aparência superficial ou podendo até mesmo provocar deslocamentos nos revestimentos cerâmicos. Essa patologia se dá pelo depósito de sais solúveis existentes na argamassa de chapisco, emboço e/ou reboco que juntamente com a água afloram até a superfície.

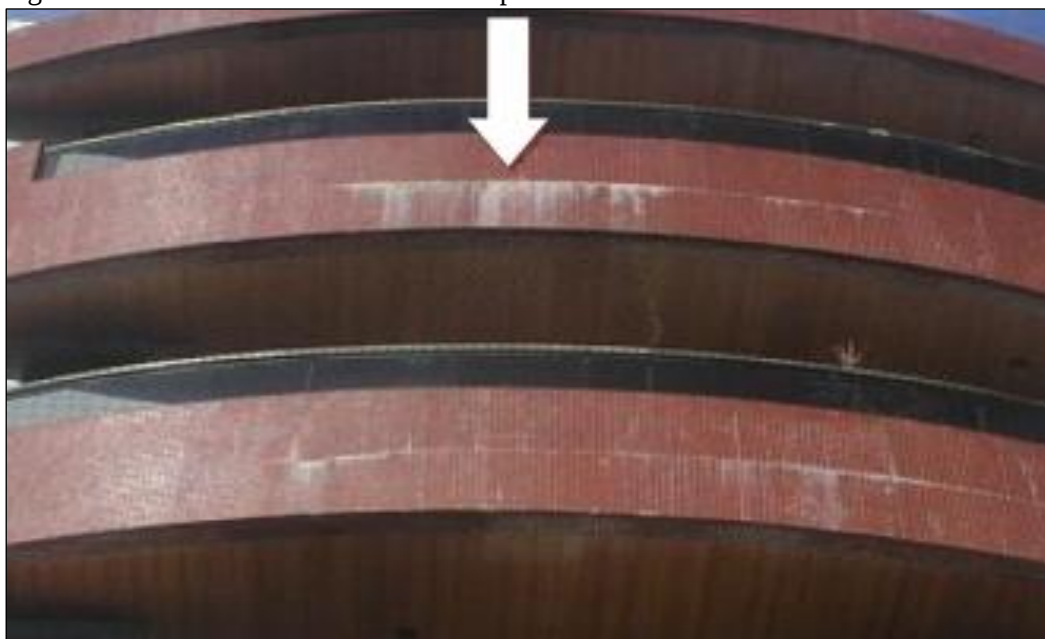
Para a formação e manifestação da eflorescência são necessárias três condições simultâneas, sendo elas: o fluxo de água, sais solúveis presentes nos materiais empregados e a devida presença de água (JOFFILY *apud* OLIVEIRA, s/d).

Segundo Moura (2008), algumas medidas de prevenção à eflorescência podem ser tomadas, como a redução do consumo de cimento *Portland* na argamassa de emboço ou cimentos com baixo teor de álcalis, garantir o tempo ideal de cura às camadas anteriores antes de uma nova aplicação, evitar o uso de ácido clorídrico durante a limpeza do revestimento, entre outros fatores.

Para eliminar esses sais deve-se optar pelo uso de escovas de aço a seco, seguida de lavagem com água em abundância com escovação (BAUER, 2004).

A eflorescência pode ser encontrada em superfícies de blocos cerâmicos, revestimentos cerâmicos (Figura 5) e em geral, como também em paredes já pintadas.

Figura 5 – Eflorescência em revestimento pastilha.



(Fonte: Fantini *et al*, 2010).

#### 2.1.4.4 Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos

Assim como citado no tópico anterior, a eflorescência pode também se manifestar em revestimentos cerâmicos, assim como outras patologias que serão citadas neste tópico.

Os revestimentos cerâmicos contribuem no desempenho global dos edifícios, não só no que diz respeito à estética proporcionada, como também pelo aspecto de durabilidade, valorização do imóvel e eficiência deste (LOPES, 2009).

Lopes (2009) diz que as patologias em revestimentos cerâmicos têm várias origens e diversas causas, desde a fase de projeto até a execução. As prováveis causas das patologias em revestimento cerâmico devem-se à falta de formação e informação dos profissionais da área, nomeadamente técnicos e ladrilhadores, sem esquecer a incúria dos promotores e construtores, sendo as patologias mais frequentes: os descolamentos de ladrilhos, as fissuras e as anomalias estéticas.

#### 2.1.4.4.1 Deslocamento, empolamento e deslocamento

Segundo Silva *et al* (2003), no deslocamento de revestimentos de paredes, por exemplo, deve-se que distinguir dois tipos de situação: os deslocamentos localizados (pontuais) e os deslocamentos generalizados.

Os deslocamentos localizados (pontuais) normalmente são associados a deficiências locais de aplicação ou de suporte.

Já os deslocamentos generalizados, com ou sem empolamento prévio do revestimento, são frequentemente associados à elevada expansão dos ladrilhos, à falta de qualidade do material de colagem, a erros sistemáticos de aplicação ou à incompatibilidade entre as várias camadas do sistema.

É usado o termo deslocamento quando se sucede a parte de empolamento e deslocamento do revestimento, sendo a patologia completa levando consigo a argamassa empregada no assentamento ou até mesmo parte do reboco, conforme demonstra a Figura 6.

Desplacamentos são presenciados nas mais diversas situações de uso da combinação de argamassa colante e substratos, principalmente em situações onde estes materiais ficam sujeitos a intempéries, como no caso de aplicações externas, ou em locais com umidade excessiva, como é o caso de banheiros e piscinas (BAUER, 2005).

Figura 6 – Desplacamento do revestimento cerâmico.



(Fonte: AecWeb, 2016).

#### 2.1.4.4.2 Trincas, fissuras e gretamento

Segundo Sabbatini (1997), a trinca pode ser entendida como a “ruptura do corpo da placa ocorrida após a fixação, que resulta na separação total da placa em duas ou mais partes”. Essa ruptura ocorre sob a ação de esforços provocando a separação da peça, que é representada por linhas estreitas, em geral, superiores a 1mm.

Já o gretamento e a fissuração são representados por pequenas aberturas liniformes e parciais (com dimensões inferiores a 1mm) que surgem na superfície da placa (esmalte). São decorrentes de pequenas variações térmicas ou higroscópicas no revestimento, originadas principalmente pela ausência de junta de dilatação. O que diferencia a trinca da fissuração e gretamento é que na trinca o corpo da placa cerâmica se divide por completo, enquanto que na fissuração e gretamento o corpo da placa cerâmica se divide parcialmente.

## CAPÍTULO 3

### 3.1 METODOLOGIA

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

Trata-se de um levantamento qualitativo de dados referente às manifestações patológicas ocorridas em um Colégio Estadual na cidade de Cascavel (PR).

#### 3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo foi realizado no Colégio Estadual Olinda Truffa de Carvalho, situado na cidade de Cascavel (PR), especificamente na Rua Três Barras, nº 741 no bairro Jardim Panorâmico, cuja localização está ilustrada na Figura 7. O Colégio está em funcionamento no prédio atual desde 1984 e a fachada frontal está exposta na Figura 8.

Figura 7 – Fachada frontal do Colégio.



(Fonte: Autor, 2016).

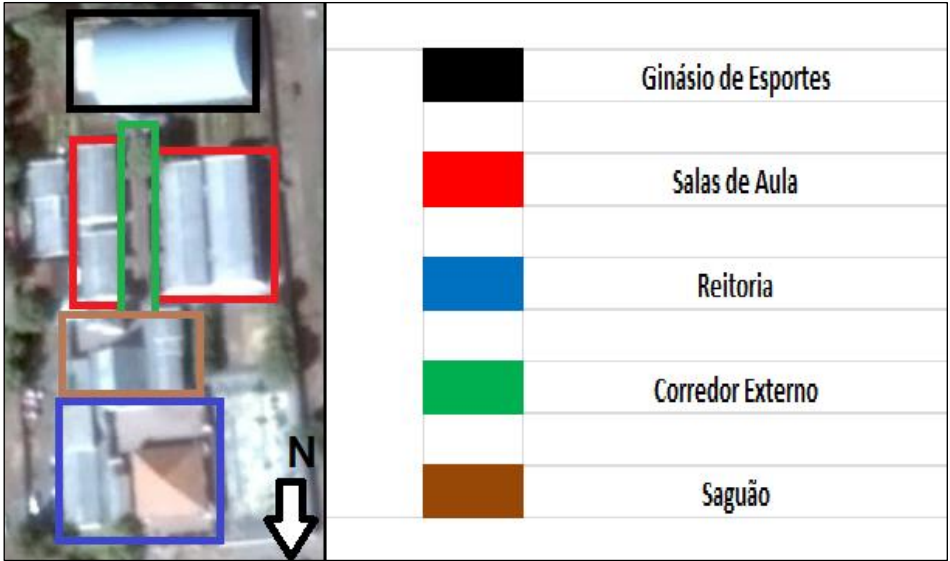
Figura 8 – Localização do Colégio.



Fonte: (Google Maps, 2016).

Os blocos foram divididos e identificados para auxiliar no entendimento da localização de cada um e também na identificação dos fatores que potencializaram o surgimento das patologias, como por exemplo, a incidência solar. Essa situação está exposta na Figura 9.

Figura 9 – Implantação dos ambientes analisados.



(Fonte: Adaptado de Google Earth, 2016).

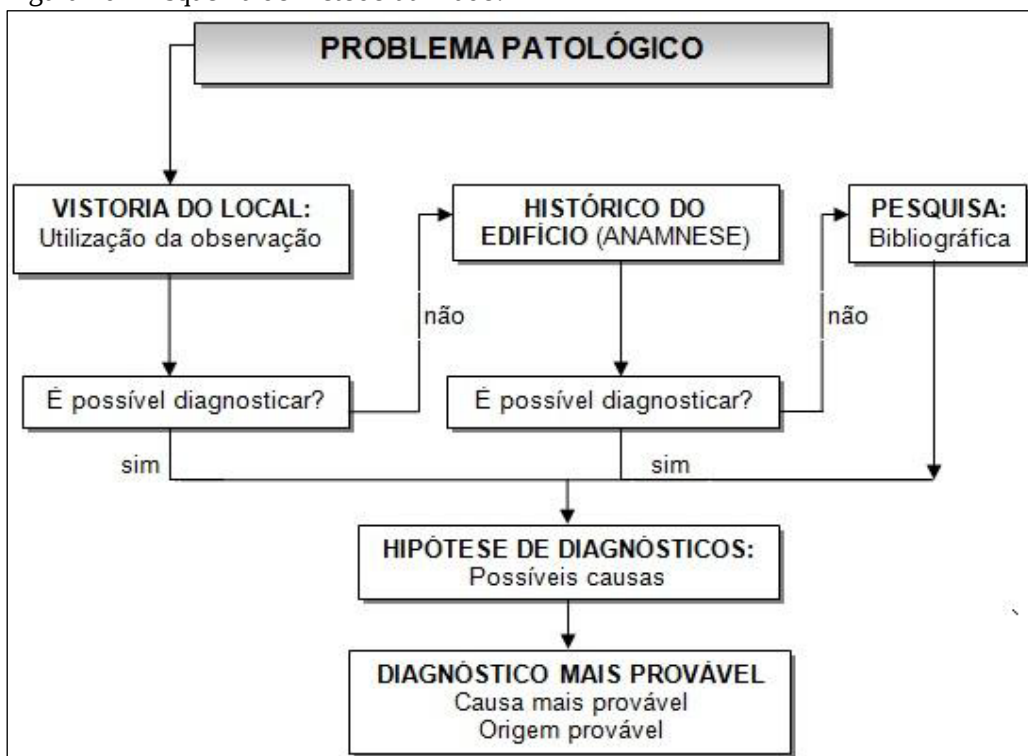
### 3.1.3 Coleta de dados

A presente pesquisa baseou-se em um estudo de caso, detectando manifestações patológicas em um Colégio Estadual na cidade de Cascavel (PR), sendo dividida em algumas etapas.

#### 3.1.3.1 Processo de identificação das patologias

A Figura 10 demonstra o método adotado para a identificação de cada tipo de patologia baseando-se no modelo de Alves (2016), limitando-se ao levantamento de dados e apontando os possíveis diagnósticos.

Figura 10 – Esquema do método utilizado.



(Fonte: Alves, 2016).

### 3.1.3.2 Quadro para coleta e análise das patologias

Para a organização e auxílio na identificação de cada tipo de patologia foi desenvolvido um quadro onde constam todos os blocos analisados e os tipos de patologia encontrados em cada ambiente, e esta etapa do estudo está exposta no Quadro 1.

O Quadro 1 apresenta como foram separados os ambientes para um melhor entendimento da ocorrência das patologias no Colégio, com as manifestações patológicas mais comuns nas edificações após uma vistoria prévia, sendo elas: infiltração (presença de manchas de umidade, mofo e bolor), fissuras (aberturas até 1mm de espessura), trincas (aberturas entre 1mm e 1,6mm de espessura), patologias em revestimento cerâmico como pastilhas e piso, e também se havia a presença do fenômeno da eflorescência.

Quadro 1 – Modelo para levantamento dos subsídios.

|                        | Tipos de patologias encontradas                |          |         |              |               |
|------------------------|------------------------------------------------|----------|---------|--------------|---------------|
|                        | Infiltração (Manchas de umidade, mofo e bolor) | Fissuras | Trincas | Revestimento | Eflorescência |
| Banheiro Masculino     |                                                |          |         |              |               |
| Banheiro Feminino      |                                                |          |         |              |               |
| Banheiro Professores   |                                                |          |         |              |               |
| Biblioteca             |                                                |          |         |              |               |
| Corredor Secretaria    |                                                |          |         |              |               |
| Corredor Externo       |                                                |          |         |              |               |
| Muros contorno Colégio |                                                |          |         |              |               |
| Ginásio de Esportes    |                                                |          |         |              |               |
| Reitoria               |                                                |          |         |              |               |
| Saguão                 |                                                |          |         |              |               |
| Salas de Aula          |                                                |          |         |              |               |

(Fonte: Autor, 2016).

### 3.1.3.3 Registros fotográficos

Considerado uma das ferramentas fundamentais no auxílio à elaboração deste projeto, os registros fotográficos foram incorporados à contabilização das anomalias para uma melhor organização e separação dos itens analisados.

#### 3.1.3.4 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica serviu como base para um melhor entendimento dos diversos fatores que englobam a manifestação de uma patologia e foi realizada por meio de livros, monografias, teses, dissertações, manuais, meios eletrônicos, entre outras fontes de suma importância para o desenvolvimento do presente trabalho.

#### 3.1.4 Análise dos dados

A partir dos registros fotográficos coletados no local e com a pesquisa bibliográfica realizada, cada caso foi analisado e buscou-se encontrar possíveis causas para a ocorrência de cada patologia.

Também foi elaborado um gráfico para quantificar a frequência das manifestações no Colégio por tipologia, sendo realizada uma estimativa de custo com os valores baseados no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) para o reparo de fissuras por retração no Colégio. O valor estimado está composto por área de recuperação do pano de argamassa onde ocorreu este tipo de manifestação patológica.

## CAPÍTULO 4

### 4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Colégio Estadual Olinda Truffa de Carvalho iniciou suas atividades escolares no dia 10 de março de 1977 com o nome de Malba Tahan. Não contendo prédio próprio para seu funcionamento, foram utilizadas as dependências da Fundação Faculdade de Educação Ciências e Letras de Cascavel – FECIVEL, hoje Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. A partir de 1982 o colégio passou a funcionar em prédio próprio, onde atualmente continua em funcionamento, situado na Rua Três Barras nº 741, no Jardim Panorâmico, em Cascavel (PR).

O Colégio conta com sala dos professores, direção, secretaria e banheiro destinado aos profissionais que trabalham na instituição de ensino. Possui 16 (dezesesseis) salas de aula, ginásio de esportes, saguão para alimentação, quadra de esportes aberta e um corredor coberto que dá acesso aos blocos do Colégio.

#### 4.1.1 Reparos e melhorias no local do estudo de caso

O Colégio passou por algumas reformas desde sua fundação até os dias atuais, como está relatado na Figura 11. Os dados, que foram cedidos pela Secretaria de Educação do Governo do Paraná, relatam o tipo do reparo, as datas de início e término das obras, e o valor gasto para a melhoria da instituição de ensino.

O autor deste trabalho não teve acesso aos detalhes construtivos que foram executados nas reformas do Colégio, sendo informado pela direção os ambientes que foram reformados.

Figura 11 – Reparos efetuados no Colégio.

| + Acesso Rápido |                     |                |                |                            |                           |                  |
|-----------------|---------------------|----------------|----------------|----------------------------|---------------------------|------------------|
| Obras e Reparos |                     |                |                |                            |                           |                  |
| Ano             | Tipo                | Modo           | Data de Início | Data de Conclusão Prevista | Data de Conclusão Efetiva | Valor Total(R\$) |
| 2010            | Reparo - Normal     | Contrato       | 07/07/2010     | 21/08/2010                 | 02/08/2010                | 29.655,97        |
| 2008            | Melhorias           | Contrato       | 07/02/2008     | 07/05/2008                 | 06/05/2008                | 52.014,80        |
| 2008            | Planialtimétrico    | Convênio       | 14/06/2008     | 14/07/2008                 | 30/07/2008                | 4.500,00         |
| 2006            | Melhorias           | Fundo Rotativo | 11/08/2006     | 31/08/2006                 | 28/08/2006                | 14.932,00        |
| 2006            | Reparo - Emergência | Contrato       | 11/10/2006     | 25/11/2006                 | 25/11/2006                | 24.599,92        |
| 2002            | Melhorias           | Fundo Rotativo | 04/05/2002     | 02/06/2002                 |                           | 986,00           |
| 1996            | Melhorias           | Convênio       | 28/06/1996     | 03/01/2001                 | 03/01/2000                | 20.000,00        |

(Fonte: Secretaria da Educação do Governo do Paraná, 2016).

#### 4.1.2 Manifestações patológicas encontradas no Colégio

Durante o levantamento das patologias encontradas no Colégio foi preenchido o Quadro 1, relacionando as manifestações patológicas com os ambientes analisados, e o resultado dos itens relacionados deu origem ao Quadro 2.

Nos ambientes onde existiram as manifestações patológicas foram demarcados com X, enquanto as lacunas em branco definem onde as condições do ambiente estão em bom estado de conservação, não apresentando nenhum tipo de patologia.

As linhas destacadas em azul no Quadro 2 demarcam o local onde não ocorreu nenhuma manifestação patológica. Segundo informações coletadas com a Diretora do Colégio, todos os banheiros e a biblioteca foram reformados em 2013.

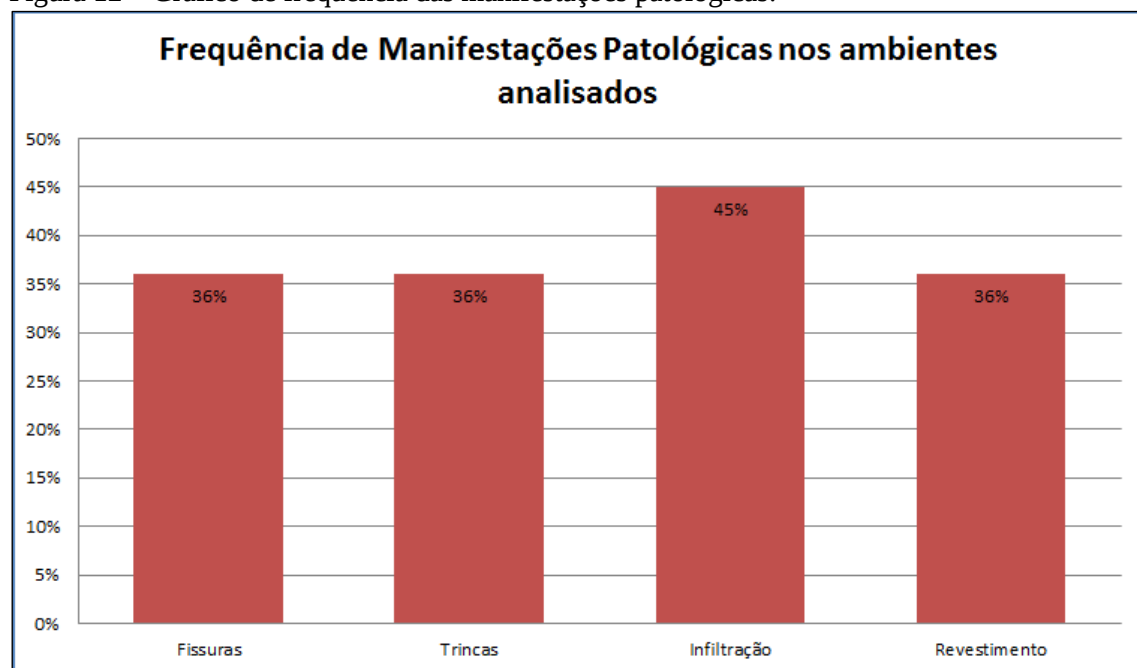
Quadro 2 – Levantamento dos subsídios encontrados.

|                        | Tipos de patologias encontradas                |          |         |              |               |
|------------------------|------------------------------------------------|----------|---------|--------------|---------------|
|                        | Infiltração (Manchas de umidade, mofo e bolor) | Fissuras | Trincas | Revestimento | Eflorescência |
| Banheiro Masculino     |                                                |          |         |              |               |
| Banheiro Feminino      |                                                |          |         |              |               |
| Banheiro Professores   |                                                |          |         |              |               |
| Biblioteca             |                                                |          |         |              |               |
| Corredor Secretaria    | X                                              | X        | X       | X            |               |
| Corredor Externo       | X                                              |          |         | X            |               |
| Muros contorno Colégio | X                                              | X        | X       |              |               |
| Ginásio de Esportes    |                                                |          |         |              |               |
| Reitoria               | X                                              | X        | X       | X            |               |
| Saguão                 | X                                              | X        | X       | X            |               |
| Salas de Aula          |                                                |          |         |              |               |

(Fonte: Autor, 2016).

Com o levantamento das manifestações em todos os ambientes do Colégio foi efetuado um gráfico com a frequência das patologias, que está exposto na Figura 12.

Figura 12 – Gráfico de frequência das manifestações patológicas.



(Fonte: Autor, 2016).

Observa-se no gráfico que dos 11 (onze) ambientes analisados no Colégio, em 5 (cinco) deles houve manifestações patológicas referentes à infiltração, que geraram manchas de umidade no teto, na base das paredes de alvenaria e nas janelas, resultando em uma frequência de 45%. Em uma frequência de 36% de manifestações patológicas dos ambientes analisados ocorreram trincas e fissuras, que se originaram da sobrecarga, retração de

compostos de cimento e dilatação térmica da laje. Também em 36% dos ambientes analisados houve patologias em revestimento, que teve maior incidência nas pastilhas cerâmicas, que se manifestaram em 4 (quatro) ambientes analisados.

#### 4.1.2.1 Trincas e fissuras

##### 4.1.2.1.1 Fissuras causadas pela retração de produtos à base de cimento

Uma das patologias verificadas no Colégio foram as fissuras causadas pela retração de produtos à base de cimento, que se manifestam de forma mapeada, conforme ilustra a Figura 13.

Figura 13 – Fissuras causadas pela retração.



(Fonte: Autor, 2016).

Conforme descrito no item 2.1.4.1, assim como existe mais de um tipo de retração, ela pode se manifestar por diversos fatores. Neste caso, a exposição solar é frequente, sendo assim, a provável causa da patologia é a perda de umidade elevada no período de execução deste pano de alvenaria de vedação.

Também se observou que na mesma fachada, mais ao lado, não ocorreu retração, insinuando assim que a parte onde não houve retração pode ter sido executada em horário ou dia diferente, não havendo uma elevada exposição solar, evitando assim a perda de água do

composto nas primeiras horas, conseqüentemente diminuindo a probabilidade de ocorrer a retração.

Segundo Thomaz (1989), quanto maior o teor de cimento utilizado, maior é a chance de as argamassas apresentarem manifestação de fissuras por retração, devido ao maior consumo de água necessário para formar a pasta com certo teor elevado de cimento e esta água em excesso pode então evaporar, gerando a chamada retração de secagem.

De acordo com Lordsleem (1997), a principal forma de se conferir capacidade de deformação nos sistemas de recuperação é prevendo um esforço no interior da recuperação, gerando uma barreira na sequência da fissuração, dissipando as tensões e acomodando as deformações.

Outra forma de gerar uma maior capacidade de deformação seria com a adição de polímeros ou fibras às argamassas utilizadas na recuperação.

#### 4.1.2.1.2 Fissuras provenientes da dilatação térmica da laje

De acordo com a configuração da fissura exposta na Figura 14, Thomaz (1989) define esse tipo de manifestação sendo resultante da dilatação térmica da laje superior, que introduz tensões de tração e de cisalhamento nas paredes de alvenaria.

Ainda segundo Thomaz (1989), as trincas de origem térmica surgem por movimentações diferenciadas entre componentes de um mesmo elemento, ou entre elementos de um sistema e regiões distintas de um mesmo material. As principais movimentações ocorrerem em função de:

- diferentes coeficientes de dilatação térmica na junção de materiais, como por exemplo a movimentação diferenciada entre argamassa de assentamento e componentes de alvenaria;
- elementos expostos a diferentes solicitações, como a cobertura em relação às paredes;
- gradiente de temperaturas ao longo de um único componente, como a face exposta e a face protegida da mesma laje de cobertura.

Figura 14 – Fissura resultante da dilatação térmica da laje superior.



(Fonte: Autor, 2016).

Outra manifestação foi identificada sendo como fissura gerada pela movimentação térmica da laje superior, e com as fissuras expostas, iniciou-se com as manchas de umidade a partir delas. Esta patologia está ilustrada na Figura 15.

Figura 15 – Patologia resultante da ausência de inclinação mínima do peitoril.

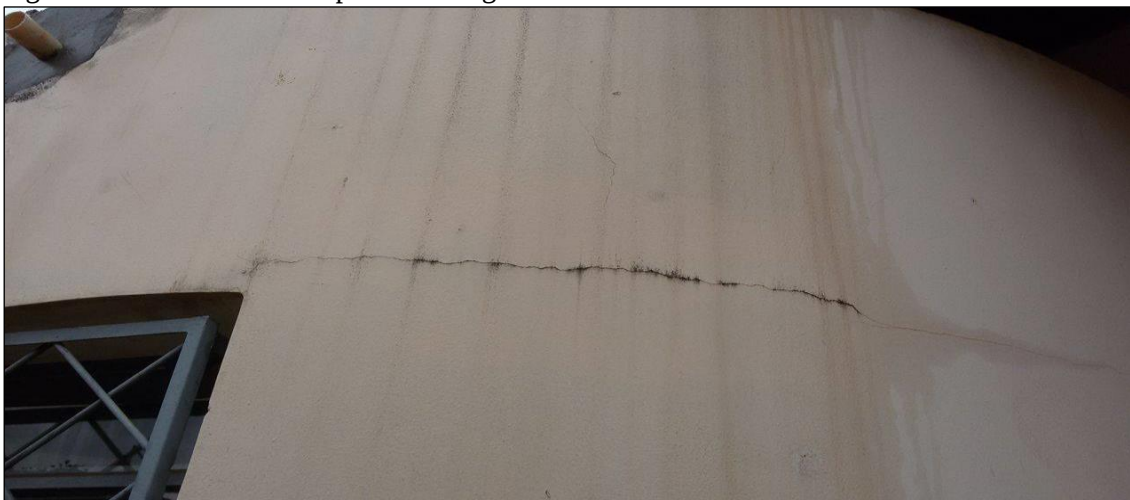


(Fonte: Autor, 2016).

#### 4.1.2.1.3 Fissuras provenientes da sobrecarga

Fissuras em alvenaria localizadas próximas às esquadrias são provocadas por sobrecarga em pontos enfraquecidos, um exemplo desse tipo de patologia foi encontrado no Colégio e relatado na Figura 16.

Figura 16 – Fissura causada por sobrecarga.



(Fonte: Autor, 2016).

As partes enfraquecidas resultantes da colocação de esquadrias necessitam de um apoio/auxílio e de uma adequação para suprir os esforços solicitados em uma área menor, as chamadas vergas e/ou contravergas. A NBR 8545 (1984) determina uma sobra de verga e contraverga ao término da projeção das esquadrias, que é de aproximadamente 50cm.

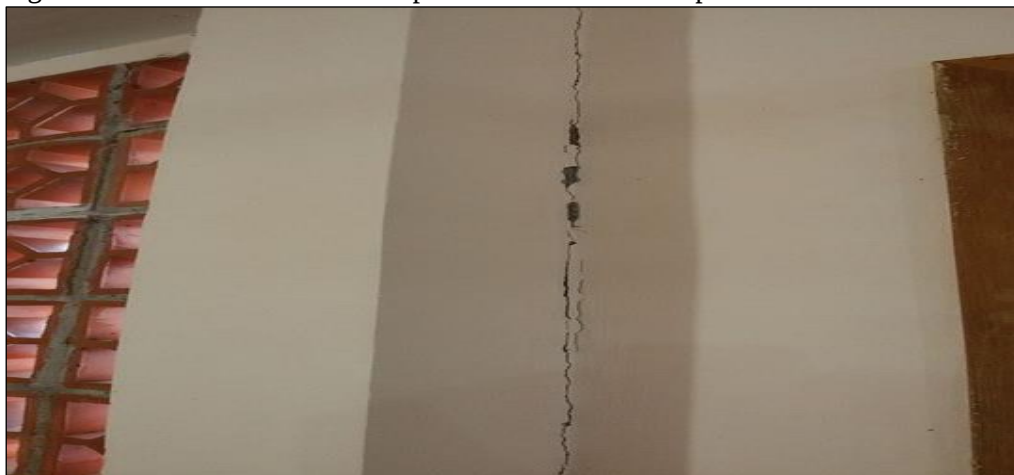
Não respeitando essa exigência, a área enfraquecida terá que suportar uma carga superior àquela que ela é capaz, resultando em fissuras causadas por sobrecarga.

Segundo Thomaz (1989) as fissuras podem se manifestar com diversas configurações em função da influência de uma gama enorme de fatores que podem intervir como dimensões das aberturas, dimensão do painel de alvenaria, posição que o painel ocupa na alvenaria etc.

#### 4.1.2.1.4 Trinca no encontro pilar/parede

As aberturas com espessura superior a 1mm deixam de ser chamadas de fissuras e passam a ser denominadas como trincas. O primeiro caso relatado no Colégio foi de uma trinca no encontro do pilar de concreto com a alvenaria, conforme ilustra a Figura 17.

Figura 17 – Trinca no encontro do pilar de concreto com a parede de alvenaria.

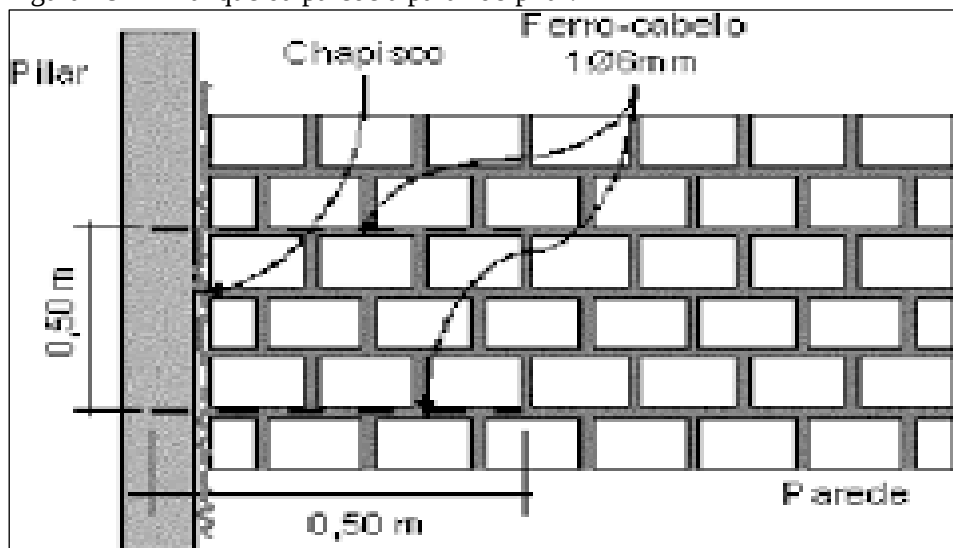


(Fonte: Autor, 2016).

Este tipo de patologia pode ser entendido devido à falha executiva no arranque da parede de alvenaria a partir do pilar, pois uma estrutura de concreto necessita de uma adequação quando unida com uma parede de alvenaria, para haver o devido encaixe entre as duas partes, para que quando ambas necessitarem trabalhar não encontrem restrição da parte dos materiais.

Para o reparo dessa patologia deve-se remover o arranque da parede a partir do pilar e iniciar o processo novamente, realizando o chapisco rolado no pilar, chumbando uma tela metálica e a aplicação de ferros de ligação, que auxiliam na ancoragem da parede/pilar e devem ser feitos a cada duas ou três fiadas de tijolos. A Figura 18 auxilia no entendimento desse processo executivo.

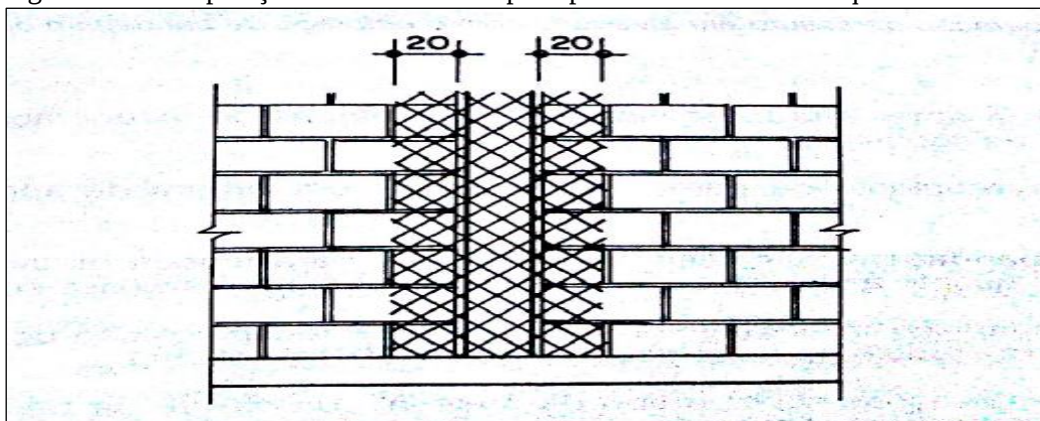
Figura 18 – Arranque da parede a partir do pilar.



(Fonte: Edificações Técnicas Construtivas, s/d).

Manifestações patológicas que também podem ocorrer no encontro pilar/parede são fissuras por retração nos ambientes externos. Para esse tipo de patologia, Thomaz (1989) define um método de reparo, ilustrado na Figura 19, que se baseia na remoção do reboco de aproximadamente 20cm a partir do pilar, pregando tela de estuque nos tijolos antes da confecção do novo reboco a ser aplicado.

Figura 19 – Recuperação de destacamento pilar/parede com tela de estuque.



(Fonte: Thomaz, 1989).

#### 4.1.2.2 Infiltração (manchas de umidade, mofo e bolor)

A estanqueidade de uma obra é fator crucial para evitar o principal ciclo de patologia existente em edificações, que evoluindo pode causar problemas ainda mais drásticos e difíceis de solucionar.

Foram identificadas manchas de umidade em diversos pontos do Colégio, que estão detalhados a seguir, seguidos de sua possível causa de manifestação.

Conforme ilustra a Figura 20, neste caso, as manchas de manifestaram devido à falta de rufos no topo dos muros, que evitariam o contato direto com a água em sua parte superior, onde a incidência de manchas tem seu valor acrescido, se propagando com mais facilidade.

Figura 20 – Manchas de umidade no topo dos muros.



(Fonte: Autor, 2016).

A Figura 21 ilustra manchas de umidade no teto, que podem se manifestar devido à má impermeabilização da laje superior, ou em alguns casos próximo ao pilar, auxiliando assim na formação das manchas, podendo evoluir com a formação de bolhas, mofo e bolor.

O reparo desse tipo de patologia deve ser feito com a retirada da área prejudicada pela umidade (ultrapassar no mínimo 50 cm da área prejudicada), realizar a impermeabilização adequada (aditivos na confecção do chapisco), e então nova aplicação de massa corrida para refazer a pintura.

Figura 21 – Manchas de umidade no teto.



(Fonte: Autor, 2016).

Outra manifestação encontrada no Colégio foram as manchas de umidade devido à ausência de inclinação mínima que varia de 7 a 10% em peitoris das janelas, ou em pilaretes – neste caso, de alvenaria sem função estrutural – que sequer possuíam alguma inclinação,

acumulando água que resultou nas manchas de umidade, e consequentemente em pequenas fissuras resultantes da área enfraquecida exposta à alta umidade, patologia ilustrada na Figura 22.

Figura 22 – Mancha de umidade no topo do pilarete.



(Fonte: Autor, 2016).

#### 4.1.2.3 Revestimentos e pintura

Algumas manchas de umidade tendem a aparecer na parte inferior das paredes do térreo, por conta da má impermeabilização das vigas baldrame, resultando na chamada ascensão capilar, que nada mais é que a umidade subindo do solo em sentido à edificação, conforme exposto na Figura 23. Uma segunda explicação para a ocorrência dessa patologia é a realização da pintura em períodos com uma elevada umidade relativa do ar, ou executar a pintura com a superfície suja.

O método corretivo para essa patologia seria a retirada do emboço de uma faixa até 50cm além da área prejudicada pela umidade, fazer furos nos tijolos a cada 10cm e injetar produtos à base de silicatos, que se infiltram na porosidade do tijolo e se enrijecem. Após a realização desse processo deve-se refazer o reboco com produtos impermeabilizantes.

Figura 23 – Descascamento da pintura próximo à base da parede.



(Fonte: Autor, 2016).

O processo de execução de pintura necessita de alguns cuidados básicos para evitar problemas futuros, sendo um deles o preparo da base antes da aplicação de massa corrida para receber a pintura.

Camadas anteriores necessitam de uma ancoragem para receber novas camadas, e no Colégio esse cuidado passou despercebido ou até mesmo ignorado, pois a massa corrida foi aplicada diretamente nas lajotas cerâmicas utilizadas na laje do corredor externo, conforme ilustra a Figura 24.

Figura 24 – Aplicação de massa corrida diretamente sobre lajotas cerâmicas.



(Fonte: Autor, 2016).

Outra patologia encontrada foi o empolamento de pastilhas cerâmicas, que estavam começando a se destacar da superfície onde foram executadas, conforme mostra a Figura 26. Essa manifestação pode ser comparada à da Figura 25, como uma falha na execução da

superfície onde ela foi executada, com a utilização de materiais incompatíveis com a aplicação em áreas externas, onde a exposição ao sol, chuva e vento é constante.

Figura 25 – Pastilhas cerâmicas com empolamento.



(Fonte: Autor, 2016).

Os destacamentos são caracterizados pela perda de aderência entre o substrato e as placas, ou da argamassa colante, quando as tensões surgidas no revestimento cerâmico ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre a argamassa colante e/ou emboço e a placa cerâmica (ROSCOE, 2008).

A absorção das pastilhas cerâmicas tem grande influência no tipo de argamassa a ser utilizada, pois uma argamassa isenta de aditivos apenas proporciona aderência pelo efeito de ancoragem mecânica.

#### 4.1.2.4 Falha executiva envolvendo estrutura metálica

Foi relatada uma patologia no apoio do pilar da tesoura metálica que estava apoiado diretamente na alvenaria, que por sua vez não possui função estrutural nenhuma, o que resultou na quebra de parte da alvenaria, comprometendo a estrutura, e essa manifestação está exposta na Figura 26. Com o apoio da estrutura sobre a superfície sem função estrutural, ocorreu seu esmagamento, o que podendo resultar em fissuras provenientes da sobrecarga.

Para o reparo dessa patologia seria necessário realizar a suspensão do pilar metálico com o auxílio de um macaco hidráulico, e fabricar um apoio para o pilar metálico em concreto armado, respeitando o dimensionamento correto para o suporte do mesmo.

Figura 26 – Pilar da tesoura metálica apoiada diretamente sobre alvenaria.



(Fonte: Autor, 2016).

#### 4.1.3 Estimativa de custo por m<sup>2</sup> para reparo de fissuras provocadas pela retração

Foi realizada uma estimativa de custo baseada nas tabelas atualizadas no mês de Julho/2016 do SINAPI, para o reparo da patologia em relação à área de alvenaria onde ocorreram fissuras provenientes da retração de produtos à base de cimento.

A Figura 27 ilustra os materiais que são indicados para a execução da argamassa para revestimento e seus respectivos valores unitários.

Figura 27 – Valores unitários dos componentes para a execução da argamassa.

| MATERIAIS EMPREGADOS                                      | UNIDADE        | VALOR UNITÁRIO (R\$) |
|-----------------------------------------------------------|----------------|----------------------|
| Chapisco traço 1:3 com colher de pedreiro, preparo manual | m <sup>2</sup> | 3,12                 |
| Ajudante de pedreiro com encargos complementares          | H              | 14,79                |
| Pedreiro com encargos complementares                      | H              | 18,51                |
| Tela soldada arame galvanizado 12 BWG (2,77mm)            | m <sup>2</sup> | 8,97                 |
| Argamassa pronta para revestimento                        | kg             | 0,93                 |
| Massa acrílica para paredes externas                      | L              | 8,88                 |
| Tinta óleo                                                | L              | 18,31                |

(Fonte: Adaptado de SINAPI, 2016).

Foram analisados os seguintes fatores que seriam necessários na execução do processo de reparo das fissuras:

Para a produção de 1m<sup>2</sup> de argamassa para revestimento seriam necessários 30 minutos para o ajudante de pedreiro remover o pano de argamassa fissurado, 15 minutos para o ajudante e o pedreiro executarem o chapisco e o revestimento em argamassa, e mais 15 minutos para a aplicação de massa acrílica e da tinta.

O rendimento da argamassa pronta para revestimento é de 17kg/m<sup>2</sup> com uma espessura de 1cm, mas na presença de tela soldada foi adotada uma espessura de 2cm de argamassa. O rendimento da massa acrílica é de 3m<sup>2</sup>/l e o da tinta óleo é de 14m<sup>2</sup>/l.

Os valores ilustrados na Figura 28 representaram o valor do reparo pela área das fissuras identificadas no Colégio.

Figura 28 – Levantamento do valor total do reparo por m<sup>2</sup> de argamassa.

| QUANTIDADE                     | MATERIAIS EMPREGADOS                                      | UNIDADE        | VALOR UNITÁRIO (R\$) | VALOR TOTAL (R\$) |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|----------------------|-------------------|
| 1                              | Chapisco traço 1:3 com colher de pedreiro, preparo manual | m <sup>2</sup> | 3,12                 | 3,12              |
| 1                              | Ajudante de pedreiro com encargos complementares          | H              | 14,79                | 14,79             |
| 0,5                            | Pedreiro com encargos complementares                      | H              | 18,51                | 9,26              |
| 1                              | Tela soldada arame galvanizado 12 BWG (2,77mm)            | m <sup>2</sup> | 8,97                 | 8,97              |
| 34                             | Argamassa pronta para revestimento                        | kg             | 0,93                 | 31,62             |
| 0,34                           | Massa acrílica para paredes externas                      | L              | 8,88                 | 3,02              |
| 0,08                           | Tinta óleo                                                | L              | 18,31                | 1,47              |
| CUSTO POR m <sup>2</sup> (R\$) |                                                           |                |                      | 72,25             |

(Fonte: Autor, 2016).

Com os valores obtidos das tabelas de Insumos e Composições de custo do SINAPI, que foram atualizadas no mês de Julho/2016, concluiu-se que o valor estimado para o reparo da alvenaria onde ocorreram as fissuras por retração seria de R\$ 72,25/m<sup>2</sup> (setenta e dois reais e vinte e cinco centavos por metro quadrado).

## CAPÍTULO 5

### 5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo identificou-se, quantificou-se e avaliou-se as manifestações patológicas presentes no Colégio Estadual Olinda Truffa de Carvalho, situado na cidade de Cascavel (PR).

Foram analisados todos os ambientes do Colégio e verificou-se que as patologias mais frequentes e preocupantes estão relacionadas à infiltração, o que resulta em manchas de umidade e podem comprometer a saúde das pessoas que ali estão presentes no dia a dia com uma possível evolução para bolor e mofo com a presença de fungos.

Uma grande parte das patologias identificadas no local poderiam ter sido evitadas com um melhor estudo das técnicas de execução empregadas à edificação, pois foram constatados erros de projeto, execução, falta de manutenção periódica, entre outros fatores.

Concluiu-se, portanto, que o estudo realizado no Colégio Estadual Olinda Truffa de Carvalho permitiu atingir os objetivos do trabalho, possibilitando a identificação das manifestações patológicas mais incidentes, sendo elas provenientes da infiltração, retração de compostos à base de cimento, fissuras por sobrecarga, entre outras patologias comumente encontradas nas edificações.

### 5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Após o desenvolvimento deste trabalho percebeu-se que podem ser realizados futuros trabalhos para dar continuidade na melhoria da execução das edificações, sendo algumas delas:

- Comparar as manifestações patológicas entre as instituições de ensino na cidade de Cascavel (PR);
- Realizar ensaios de laboratório com umidade relativa do ar atípica e diferentes traços (diversas dosagens) de argamassa para obter melhores resultados no combate à retração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. P. **Evaluation of Constructive Pathological Manifestations in Public Buildings: The Olympic Stadium of Cascavel City, PR.** Faculty of Engineering, University of Porto, 2016.

ARAUJO, M. J. S. **Patologia, fundações, estruturas e revestimentos.** Curitiba, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8545.** Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

\_\_\_\_\_. **NBR 13749.** Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 13529.** Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 13530.** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção 2.** São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2004.

BAUER, E. **Revestimentos de argamassa - características e peculiaridades.** 1. ed. BRASÍLIA: LEM-UnB - SINDUSCON/DF. 2005.

COLLEPARDI, M. **Ordinary and long term durability of reinforced concrete structures.** In: Congresso Brasileiro do Concreto, 40, 1998, Rio de Janeiro. Anais Edificações do IPT, 1998.

CUNHA, E. G. **Verificação da formação de mofo e bolor em superfícies interiores de paredes exteriores situadas na zona bioclimática 3 de acordo com a NBR 15220 e PNBR 02.136.01.** Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Passo Fundo, Brasil (s/d).

DUARTE, N. **Vigostki e o “aprender a aprender”: crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigostkiana.** Campinas, SP: Autores Associados, 2001.

FANTINI, P. R. **Patologias em revestimentos cerâmicos em escolas de Maringá-PR.** Curso de Pós-Graduação de Obras Públicas. Universidade Federal do Paraná, 2010.

GUERREIRO, D. T. **Levantamento das patologias em escolas públicas reformadas no município de Cascavel-PR.** Trabalho de conclusão – Engenharia Civil, FAG, Cascavel (PR), 2013.

HELENE, P. R. L. **Estrutura interna do concreto.** São Paulo, abril, 1980. (Apostila do curso Patologia das Construções de Concreto, FDTE/EPUSP/IPT).

KIEBL, K; SEDLBAUER, K. **Neue Erkenntnisse zur Beurteilung von Schimmelpilzen und Stand der Normenbearbeitung.** Weimar. 19 Stein (2001).

KLEIN, D. L. Apostila do Curso de Patologia das Construções. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

LANG, R. K. **Levantamento das patologias em revestimentos cerâmicos de fachadas em edifícios públicos em Cascavel (PR).** Trabalho de conclusão – Engenharia Civil, FAG, Cascavel, 2012.

LOPES, C. A. S. **Durabilidade na construção: estimativa da vida útil de revestimentos cerâmicos de fachadas.** Tese de mestrado integrado. Engenharia Civil (Especialização em construções civis). Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, 2009.

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

MOURA, Y. M. **Revestimentos cerâmicos em fachadas – estudo das causas das patologias.** 2008. Disponível em <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/132/anexo/03pespat.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2016.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** São Paulo: PINI, 1997.

PEREZ, A. R. **Umidade nas Edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas.** 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. 571-78.

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.** Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre.

SILVA, J. M.; SOUSA, G. **Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos.** Coimbra, Março de 2003.

SILVA, N.; FERREIRA, A. M.; PAZZINI, L. S.; ABRANTES, L. A. **Abordagem determinística e de simulação de risco como instrumentos de análise de viabilidade financeira em investimentos imobiliários.** Revista de Negócios da FURB, Blumenau, v.12, n.13, p.03-17, 2007.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: PINI, 1989.