

**Problemas patológicos - Estudo de caso na Escola Estadual Antônio Papini em João
Monlevade/MG**

**Pathological problems - Case study of the Antônio Papini Public School in João
Monlevade, Brazil**

**Problemas patológicos: Estudio de caso de la Escuela Pública Antônio Papini en João
Monlevade, Brasil**

Recebido: 22/03/2019 | Revisado: 24/03/2019 | Aceito: 29/03/2019 | Publicado: 30/03/2019

Hugo Sávio Penna Aleixo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1218-2476>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: hugoengcivil@yahoo.com

Gilciara Rocha Eloy

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4525-1298>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: gilciararocha@gmail.com

Ladir Antonio da Silva Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0193-7060>

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

E-mail: ladir@hotmail.com

Resumo

As etapas que englobam o ciclo de vida de uma construção, como um bom planejamento das atividades, aliados a projetos detalhados, que sejam fielmente seguidos com excelência e qualidade durante a execução, além das manutenções programadas na fase de uso, podem contribuir positivamente para que esse ciclo se cumpra ou se prolongue. Este artigo tem por objetivo, apresentar um estudo de caso sobre manifestações patológicas voltadas para o processo de fissuração em paredes de alvenaria e no sistema de pisos, com aberturas medianas, ocorridas em algumas salas de aula e no piso da biblioteca da Escola Estadual Antônio Papini, na cidade de João Monlevade - MG. Durante o processo analisou-se as manifestações patológicas no que diz respeito aos sintomas, origens, mecanismos, causas e por fim, na definição da melhor conduta para reparo. Este estudo, apoiou-se em dados disponíveis na literatura, que nortearam as classificações patológicas, bem como as definições de conduta,

além da busca e acesso aos projetos arquitetônicos, vistorias ao local, relatório fotográfico e reprodução gráfica dos ambientes, para comparar as circunstâncias e elucidar as tomadas de decisões. Os resultados obtidos após o estudo de caso são contemplados no corpo do trabalho. A relevância deste estudo está no levantamento de manifestações patológicas em uma escola pública da cidade, e suas possíveis interferências no desempenho global da edificação.

Palavras-chave: Fissuras; manifestações patológicas; desempenho.

Abstract

The phases that encompass the construction lifecycle consist of project, execution and maintenance. A good and detailed project, a quality execution and a scheduled maintenance can contribute positively to accomplishment and extension of this cycle. This article presents a case study of construction pathologies in the public school Antônio Papini in João Monlevade, Brazil. The identified pathologies are fissure opening in the masonry walls and in the floor system in classrooms and library of the school. Symptoms, origins, mechanisms, causes were analyzed and a best conduct for repair was provided. The methodology of the study was based on classification systems proposed in the literature, conduct definitions, search of architectonic project, site surveys, photographic reports and graphic reproduction for compare the circumstances and elucidate the decision-making. The results obtained are discussed and presented. The relevance of this article is studying the pathologies and its interferences in the global performance of the building.

Key words: Fissures; construction pathology; performance.

Resumen

Las fases que abarcan el ciclo de vida de la construcción consisten en proyecto, ejecución y mantenimiento. Un proyecto bueno y detallado, una ejecución de calidad y un mantenimiento programado pueden contribuir positivamente a la realización y extensión de este ciclo. Este artículo presenta un estudio de caso de patologías de la construcción en la escuela pública Antônio Papini en João Monlevade, Brasil. Las patologías identificadas son las aperturas de fisuras en las paredes de albañilería y en los pisos de las salas de classes y biblioteca de la escuela. Los síntomas, orígenes, mecanismos y causas de la apertura de fisuras fueran analizados y una mejor conducta para la reparación fue propuesta. La metodología del estudio se embasó en sistemas de clasificación propuestos en la literatura, definiciones de conducta, búsqueda y acceso al proyecto arquitectónico, inspecciones en la escuela, informes fotográficos y reproducción gráfica de los ambientes para comparar las circunstancias y aclarar la toma de

decisiones. Los resultados obtenidos son discutidos y presentados en el artículo. La relevancia de este artículo es estudiar las patologías y sus interferencias en el desempeño global del edificio.

Palabras clave: Fisuras; patología de la construcción; desempeño.

1. Introdução

A Patologia da Construção é uma área de estudos relativamente nova dentro da engenharia. O aprofundamento na investigação e análise das manifestações patológicas fornecem subsídios que, permitem avaliar o desempenho, a durabilidade e segurança das edificações (Carmona, 2009).

Para Souza e Ripper (1998), a Patologia da Construção é definida como área da engenharia voltada às origens, consequências e os mecanismos de ocorrência de danos e situações que degradam as estruturas. Mesmo que esse processo de degradação ocorra de forma lenta, sabe-se que os Problemas Patológicos (PP's) podem ter origem em qualquer etapa da construção, e em muitos casos, estão ligados a diversos fatores, que podem ocorrer de maneira isolada ou combinada (Carmona, 2009; Andrade, 2017).

Para Capello, Rocha, Souza, Melato e Scarelli (2010), falhas de projeto, emprego de materiais de construção de má qualidade, falhas no processo construtivo e na utilização inadequada da edificação seja por uso ou falta de manutenção são situações típicas que podem originar as patologias. O autor ainda ressalta que um diagnóstico bem elaborado, deve ser capaz de apontar, a fase da edificação que o problema se desencadeou.

Já Marcelli (2007) destaca a tendência de não haver detalhamento dos procedimentos técnicos e executivos em obras de pequeno e médio porte, e que muitas vezes os profissionais visando redução de custos e prazos, acabam se privando da boa técnica e descumprindo critérios técnicos recomendados pelas normas brasileiras, destaca ainda que, é sempre mais econômico fazer da maneira correta da primeira vez, sob o risco de elevados investimentos com reparos, restauros e reforços no futuro.

Por outro lado, existem no universo das construções, àquelas obras que por razões diversas, sejam elas de fundos econômicos, sociais, históricos ou patrimoniais, carecem de processos de reabilitação e manutenção da sua estrutura, avaliando como estas poderão oferecer segurança e usabilidade ao longo da sua vida útil (Souza & Ripper, 1998).

Neste contexto, o presente artigo, desenvolve um estudo de caso real da avaliação de algumas manifestações patológicas presentes em algumas paredes de alvenaria e também no

piso da biblioteca da Escola Estadual Antônio Papini, João Monlevade, MG. Essas manifestações tornam-se perceptíveis, vista ao elevado número de fissuras com extensões consideráveis nas paredes de alvenaria, e depressões nos sistemas de pisos de algumas áreas da escola como biblioteca.

2. Metodologia

O tema deste artigo foi escolhido devido à grande ocorrência de patologias em edificações ocasionadas por falhas de projeto e execução, uso inadequado da edificação, falta de manutenção, entre outros. Além disso deve ressaltar que este estudo colabora para segurança dos alunos, e para realizações de intervenções para as correções das patologias.

Este trabalho foi realizado como um estudo de caso real na Escola Estadual Antônio Papini, na cidade de João Monlevade/MG, abrangendo a investigação, a avaliação, o diagnóstico e por fim a indicação de ações profiláticas, para sanar os PP's em uma escola pública. Teve como objetivo, estudar a extensão e o grau de risco das manifestações patológicas para a edificação, bem como avaliar os resultados e a viabilidade de implantação das correções propostas.

O processo de análise de problemas patológicos se deu conforme a metodologia desenvolvida por Linchtenstein (1985), que propõe a utilização de uma análise em três passos, em que um primeiro momento é feito o levantamento de subsídio, onde são realizadas visitas técnicas, levantando todos os detalhes referente ao problema patológico e então, em um segundo momento é realizado a definição de conduta, em que é comparado o problema patológico com os conceitos referenciados em literaturas, depois desses dois passos, em um último momento é ocorre a definição de conduta em que é chegada uma conclusão sobre a patologia, se está terá a necessidade de intervenção ou se apenas será definida ou indicada uma terapia para a patologia, que nada mais é que um nível de recuperação.

3. Patologia da construção

Palavra de origem grega *pathos* = doença e *logos* = estudo, o termo patologia é empregado em diversas ciências, objetivando o estudo de doenças ou anomalias que acometam as edificações. Compara-se à medicina em diversos aspectos, que vão desde a prevenção, diagnóstico, tratamento e manutenções da construção, valendo-se de similares técnicas de investigação, conservação e recuperação das estruturas comprometidas. Alguns autores chegam

a comparar a composição da edificação ao corpo humano, dada esta semelhança (França, Marcondes, Rocha, Medeiros, & Helene, 2011; Gomide, Neto, & Gullo, 2009).

Segundo França, Marcondes, Rocha, Medeiros e Helene (2011, pp. 72-77), erroneamente e com frequência, o termo patologia é utilizado para expressar, o que na verdade são manifestações patológicas, e destacam que “uma manifestação patológica é a expressão resultante de um mecanismo de degradação e a patologia é uma ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica”.

O mundo inteiro sofre com a degradação precoce nas estruturas ou suas partes, isso ocorre porque, as mesmas têm seu desempenho esperado reduzido, comprometendo seu tempo de vida útil além de impactos financeiros com manutenção, restauro e reparo (Possan & Demoliner, 2013).

Para endossar essa máxima Carmona (2009) cita que um terço (1/3) dos investimentos em construção civil nos Estados Unidos, fora destinados a obras de recuperação. Já no Brasil, Possan e Demoliner (2013), destacam que perdas humanas e prejuízos econômicos e sociais como os causados pelo desabamento do Pallace II no Rio de Janeiro em 1998, serviram para atentar os profissionais da construção, sobre a importância da qualidade da obra bem como sua durabilidade.

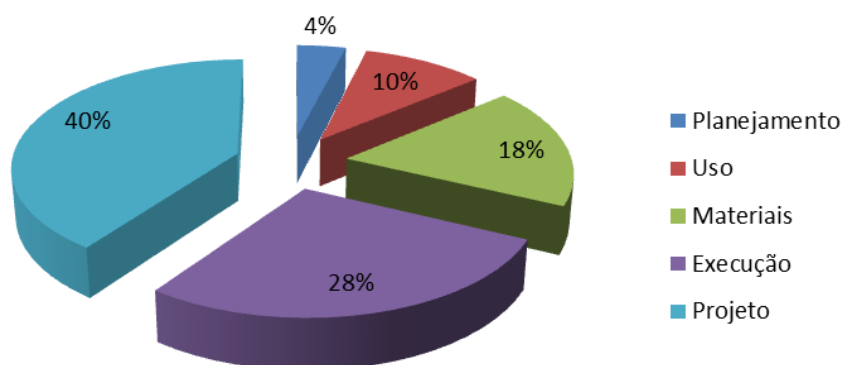
Após longos debates técnicos sobre o período construtivo no país, no ano de 2013 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lançou a NBR 15575 - Desempenho de Edificações, que reuniu diversas normas e consolidou as várias etapas da construção, permitindo correlacionar os profissionais responsáveis a etapa do projeto, além de tratar sobre a qualidade e utilização dos materiais de construção (ABNT, 2013).

3.1. Origem e causas dos problemas patológicos

Em seus estudos, Almeida (2008) distingue a edificação em duas etapas, sendo uma o processo construtivo e a outra, o uso. No processo construtivo, ele destaca que o mesmo ainda pode ser dividido em quatro fases, sendo elas: planejamento, projeto, materiais de construção e execução da obra. Já a etapa de utilização, incorpora a operação e manutenção da edificação.

Helene e Figueiredo (2003) relatam que a origem dos problemas patológicos pode estar em mais de uma fase, surgindo de forma mais intensa na etapa de utilização.

Figura 01 – Origem dos problemas patológicos versus Etapa da construção



Nota. Fonte: Adaptado de “Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto,” de P. R. L. Helene, 1992, *Pini*, São Paulo: p.22.

Os problemas patológicos podem ser classificados em simples, ou seja, quando possuem padrão e podem ser resolvidos sem acompanhamento do profissional responsável, e os complexos, sendo estes, os problemas mais raros, que demandam uma minuciosa investigação e um amplo conhecimento sobre o assunto (Souza & Ripper, 1998).

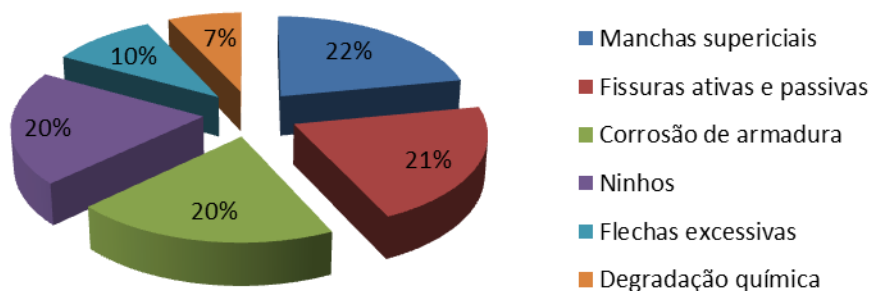
Capello et al. (2010) associam que os problemas patológicos podem ter suas causas relacionadas a cargas excessivas, variações térmicas e de umidade, presença de agentes biológicos, ao tipo de material e sua interação com os demais e também às agentes atmosféricos.

Para Carmona (2009), existem no Brasil, fatores climáticos que intensificam e aceleram os danos causados às edificações e destaca os 8.000 Km de faixa litorânea e polos industriais em áreas urbanizadas, que contribuem para piorar as condições ambientais ideais indicadas para uma estrutura durável.

3.2. Sintomas e diagnósticos das manifestações patológicas

As manifestações patológicas apresentam um padrão característico na maioria dos casos. Esse padrão direciona os estudos de investigação, possibilitando ao patologista ou profissional responsável pelo processo de investigação associar os sintomas a causas mais prováveis. A observação destes sintomas, também chamados de defeitos, deve ser feita de forma criteriosa, tendo em vista que há uma tendência de evolução das manifestações patológicas com o tempo, e ainda podem ser associadas ou tidas como causa de novas manifestações (Helene, 1992).

Figura 02 – Distribuição relativa da incidência de manifestações patológicas em estrutura de concreto aparente



Nota. Fonte: Adaptado de “Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto,” de P. R. L. Helene, 1992, *Pini*, São Paulo, p.19.

Ao conceituar a fase de diagnóstico, Almeida (2008), pontua sobre o levantamento de origens, causas e mecanismos que cominaram no surgimento das manifestações patológicas.

Para Helene (1992), um diagnóstico bem elaborado, deve evidenciar em que fase do empreendimento as manifestações patológicas tiveram origem, e dar ciência sobre as consequências dessas manifestações na estrutura, associando seu grau de severidade aos estados limites de serviço/ utilização (funcionamento e higiene) e ao estado limite último (segurança).

Quando os dados forem insuficientes ou imprecisos, deve-se elaborar, segundo Capello et al. (2010, p. 93) “uma análise provisória até a obtenção de novas informações significativas e conclusivas, com menores riscos de erros dos resultados, isto é, objetiva-se obter um diagnóstico com grandes possibilidades de estar correto”.

Em relação ao tratamento, são diversas técnicas aplicáveis, que serão de fundamental importância na resposta da estrutura. A escolha errônea da(s) técnica(s) de tratamento, pode(m) comprometer aspectos estéticos, reduzir a aderência entre os materiais, e diminuir a sua capacidade resistente (Souza & Ripper, 1998).

Alguns aspectos, segundo Sarkis (1995) como citado em Almeida (2008, pp. 30-31), podem interferir na escolha da terapia, sendo eles, custo, agilidade, compatibilidade, disponibilidade, compatibilidade, além da segurança. No caso da segurança, o mesmo autor chama a atenção, considerando que, “[...] na escolha dentre as alternativas disponíveis para os trabalhos de recuperação, devem ser considerados critérios seletivos para obtenção da que ofereça maior confiabilidade de uso”.

4. Principais problemas patológicos

Para Souza e Ripper (1998), as fissuras são destacadas como a forma mais comum de manifestações patológicas, ou pelo menos é a patologia mais conhecida e que mais chama a atenção dos usuários.

Segundo Oliveira (2012), as fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas de edificações encontradas em alvenaria, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, em que a principal causa seria decorrente das tensões dos materiais. Isso ocorre devido a solicitação de esforços dos materiais forem maiores que a sua resistência, com isso ocorrem as falhas, originando aberturas, e de acordo com a espessura das aberturas, elas podem ser classificadas conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1 – Denominação das lesões em função da dimensão da abertura

Tipo de lesão	Abertura
Fissura	até 0,5 mm
Trinca	de 0,5 mm a 1,5 mm
Rachadura	de 1,5 mm a 5 mm
Fenda	de 5 mm a 10 mm
Brecha	acima de 10 mm

Nota. Fonte: Adaptado de “Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto,” de W. Mazer, 2008, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, p.25.

As patologias do tipo fissuras podem ter suas causas por:

- a) fissuras causadas por movimentações térmicas;
- b) fissuras causadas por atuação de sobrecargas;
- c) fissuras causadas por recalque de fundações;
- d) fissuras causadas por detalhes construtivos;
- e) fissuras causadas por movimentações higroscópicas.

4.1. Fissuras causadas por movimentações térmicas

Para Mazer (2008), materiais envolvidos em um empreendimento de construção civil, estão sujeitos a variações de temperatura, que com o aumento da temperatura os levam à dilatação e com a diminuição da temperatura os levam a contração.

As movimentações térmicas estão correlacionadas com as propriedades físicas do material e de acordo com a variação de temperatura. A grandeza das tensões originadas nos materiais está associada a função da intensidade da movimentação, das propriedades elásticas do material e do grau de restrição imposto pelos vínculos a esta movimentação (Oliveira, 2012).

“As trincas de origem térmica podem também surgir por movimentações diferenciadas entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um mesmo material.” (Mazer, 2008, p. 67).

4.2. Fissuras causadas por atuação de sobrecarga

De acordo com Oliveira (2012), as fissuras causadas pelas sobrecargas podem surgir em componentes estruturais, tais como pilares, vigas e paredes. Essas fissuras ocorrem pertinentes a excessivos carregamentos verticais de compressão. Se essas sobrecargas tiverem sido consideradas no projeto, então a causa da fissuração passa a ser por falha na execução ou erro no dimensionamento da estrutura (Thomaz, 1989).

4.3. Fissuras causadas por recalque de fundações

Segundo Thomaz (1989), os recalques diferenciais podem ser causados por vários motivos, entre os mais comuns estão:

- a) fundações construídas sobre áreas de corte e aterro;
- b) recalque diferenciado causado pelo rebaixamento do lençol freático devido a corte na lateral inclinada do terreno;
- c) recalque diferenciado por meio de interferência de bulbo de tensões no edifício menor dimensão, em virtude da construção do edifício maior;
- d) recalque diferenciado devido a não homogeneidade do solo.

As fissuras resultantes de recalque em fundações atingem o pavimento térreo da edificação com maior incidência e quando ocorrem de uma forma mais intensa, podem suceder a esmagamentos localizados, provocados pelas tensões de cisalhamento e em forma de escamas (Zanzarini, 2016).

De acordo com Holanda (2002), essas fissuras manifestam-se preferencialmente na direção vertical ou diagonal, e ainda apontam uma variação da abertura ao longo de sua extensão.

4.4. Fissuras causadas por detalhes construtivos

As fissuras causadas por detalhes construtivos ocorrem devido a deficiências e incorreções na execução, desconsiderando as propriedades físicas dos materiais, impermeabilidade e estanqueidade das alvenarias e das construções, formas corretas de execução, projetos de detalhamentos, entre outros (Magalhães, 2004).

4.5. Fissuras causadas por movimentações higroscópicas

As trincas originadas pela variação no teor de umidade dos materiais são idênticas às originadas pelas variações de temperatura (Thomaz, 1989).

A variação de umidade ocasiona variações dimensionais nos materiais porosos que compõem os elementos de uma obra civil. O aumento na quantidade de umidade desencadeia uma expansão dos materiais enquanto que a diminuição desse teor de umidade provoca uma contração (Thomaz, 1989).

5. Estudo de caso

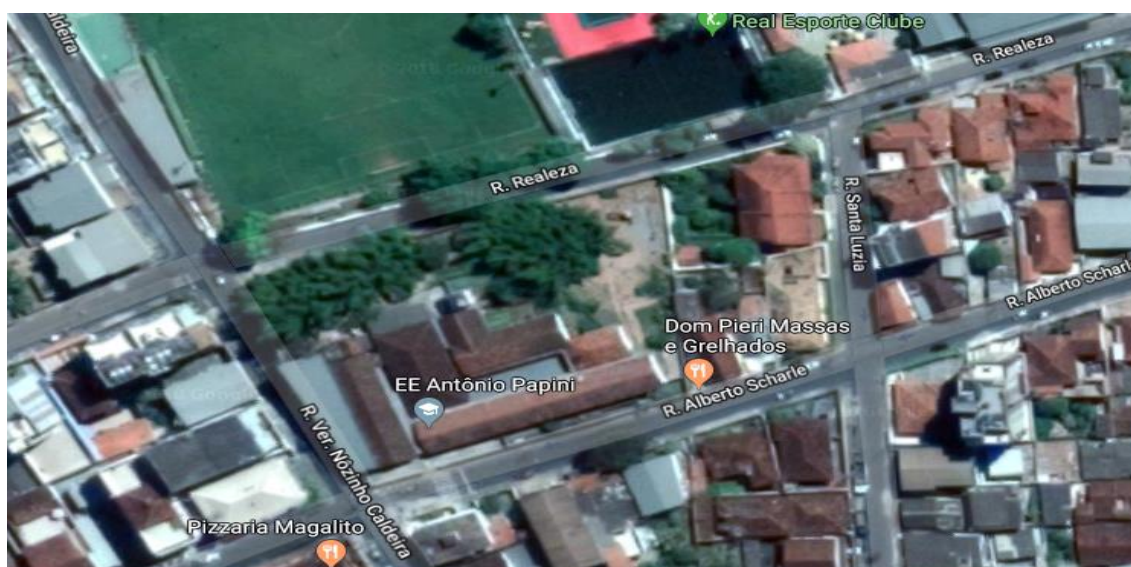
Para exemplificar a pesquisa, foi realizado um estudo de caso que consiste na análise de algumas fissuras encontradas na alvenaria de vedação de uma edificação.

Nesta pesquisa, o estudo de caso está fundamentado na verificação das prováveis e principais causas que desencadearam o surgimento de fissuras na Escola Estadual Antônio Papini em João Monlevade/MG. Esta verificação se dá por meio de fotografias, feitas no local, que são utilizadas como documentos de referência. Foi realizada uma comparação entre as patologias (fissuras) encontradas na escola juntamente com as bibliografias pesquisadas, para assim, ter o entendimento das causas em relação às manifestações patológicas. Além disso, é apresentado um diagnóstico e as prevenções a ser utilizadas para cada situação.

5.1. Escola Estadual Antônio Papini

A Escola Estadual Antônio Papini está localizada na Rua Alberto Scharlé, 568 - Novo Horizonte, João Monlevade - MG, como evidencia a Figura 03.

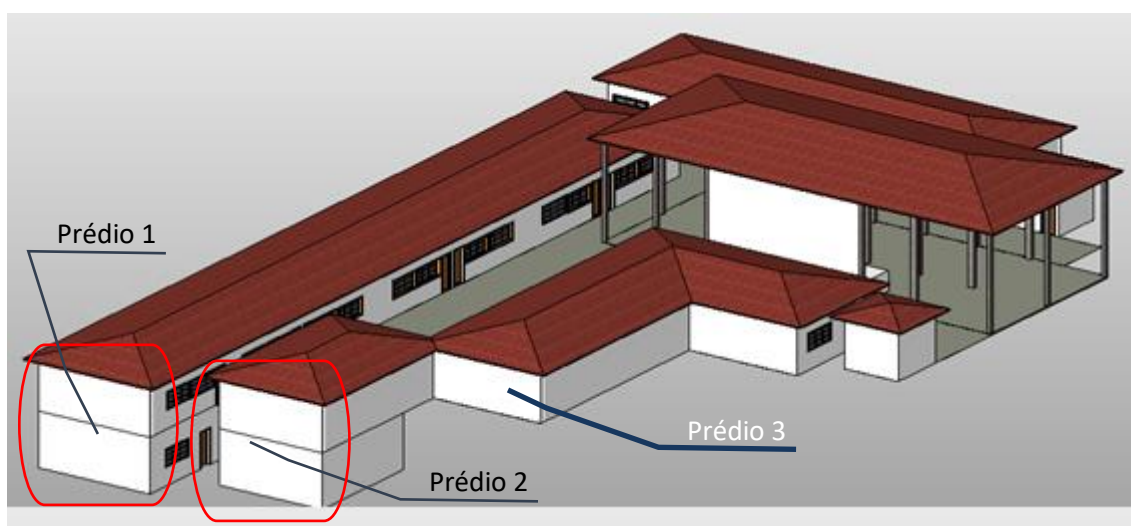
Figura 03 – Localização da Escola Estadual Antônio Papini



Fonte: Google Maps (2018).

Segue abaixo as Figuras 04, referentes a planta baixa do projeto arquitetônico e vistas em perspectiva do modelo 3D da Escola Estadual Antônio Papini, onde as setas nas cores azuis e os círculos nas cores vermelhas indicam os locais das patologias estudadas no projeto.

Figura 04 – Vista em 3D dos prédios da Escola Estadual Antônio Papini



Fonte: Os Autores (2018).

5.2. Breve histórico da Escola Estadual Antônio Papini

A Escola Estadual Antônio Papini teve como o primeiro dia letivo de sua história, 07 de abril 1969, em que foi determinada verbalmente pela Secretaria de Estado da Educação e a sua

inauguração ocorreu no dia 26 de outubro 1969, com a presença de autoridades, o Secretário de Educação Dr. José Maria Alkimin e do prefeito Municipal da época, Sr. Germin Loureiro e dos Familiares do Sr. Antônio Papini. Neste prédio, funcionou também o Colégio Estadual de João Monlevade até o ano de 1975, com turmas noturno.

A fundação da Escola com o nome de “Escola Primária”, localizada na Rua Alberto Scharlé, sem número, na época, se deu pelo Decreto nº12. 364 do Governador do Estado, conforme publicação no “MG” de 08/01/1970.

Em seguida a Escola Primária passou a ser chamada de Antônio Papini, de acordo com a lei nº 5.509, publicada no “MG” de 27/08/1970.

O prédio da então escola foi construído na Administração do Prefeito Sr. Germin Loureiro, ocupando uma área de 2.153m², tendo sido o referido prédio, cedido pela Municipalidade ao Estado de Minas Gerais em 01 de abril 1969. A Figura 05 mostra o prédio logo após sua inauguração.

A Escola tem o nome de Antônio Papini, referente a uma homenagem ao Antônio Papini, que foi um dos primeiros moradores do Bairro Carneirinhos, em que este contribuiu para o desenvolvimento do local, sendo pioneiro na indústria de cerâmica e de construção.

Figura 05 – Prédio da Escola assim que foi construído em 1969



Fonte: Acervo da Escola Estadual Antônio Papini (2015).

A figura 06 evidencia os alunos, próximo ao prédio da escola Papini, perto da época de sua inauguração, onde hoje é o local de estudo desse artigo relacionado a manifestações patológicas.

Figura 06 – Prédio da escola próximo ao local das manifestações patológicas



Fonte: Acervo da Escola Estadual Antônio Papini (2015).

5.3. Caso I

As fissuras observadas nas Figuras 07 e 08, foram identificadas nas laterais externas do prédio 01 e 03 na E.E. Antônio Papini.

Figura 07 – Fissuras inclinadas na alvenaria externa de vedação.



Fonte: Os Autores (2018).

Figura 08 – Fissuras inclinadas na alvenaria de vedação externa.



Fonte: Os Autores (2018).

5.3.1. Tipologia da estrutura, alvenaria e cobertura

As áreas em questão, tratam-se das laterais externas, dos prédios 1, onde o andar superior é utilizado como sala de aula e o inferior como depósito de materiais educativos, e do prédio 3, também utilizadas como salas de aula. A estrutura é de concreto armado e a vedação em alvenaria. A cobertura, em ambos os prédios é composta por laje, telhado cerâmico e estrutura de madeira. Durante análise, a faces interna das paredes foram inspecionadas, e não apresentaram umidade ou fissuração, como pode ser visto nas Figuras 09 e 10.

Figura 09 – Prédio 1 - Interior do depósito de materiais educativos



Fonte: Os Autores (2018).

Figura 10 – Prédio 1 - Interior da sala de aula



Fonte: Os Autores (2018).

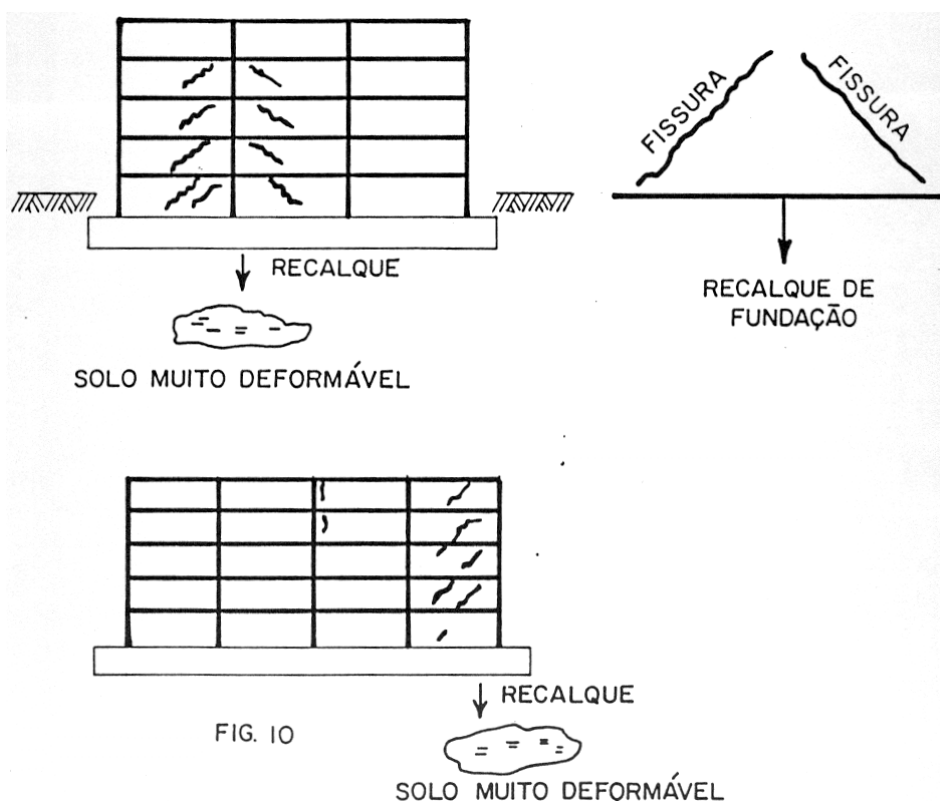
5.3.2. Resultados e discussões

Observa-se conforme Figura 7, diversas fissuras diagonais no painel de alvenaria. A alvenaria não é estrutural, ou seja, poderá receber tratamento imediato. A Figura 11 apresenta a configuração típica das estruturas sujeitas a recalque de fundação, segundo Thomas (1980). Algumas hipóteses podem justificar o comportamento das fissuras na alvenaria.

Souza e Ripper (1998) *apud* Garcia (1999) destacam que os usuários se interessam pelo bom desempenho da estrutura, porém na fase de utilização, por desconhecerem os sinais de problemas patológicos, submetem a estrutura a pequenas intervenções e reformas, e algumas destas evidências de manifestações patológicas são maquiadas, o que pode induzir a erros no processo de investigação além de onerar em alguns casos, os custos com reparos.

Outra hipótese a ser considerada está relacionada à intensidade do recalque. Os recalques, sempre que possível, devem ser previstos, uma vez que os mesmos inevitavelmente ocorrem. Neste processo a estrutura e o solo tendem a equilibrar os carregamentos, mas até que este equilíbrio seja atingido, as alvenarias estão mais susceptíveis aos deslocamentos por acumularem tensões internas (Souza & Ripper, 1998; Thomaz, 2001).

Figura 11 – Fissuras aproximadamente a 45° nas paredes de alvenaria



Fonte: Thomaz (1980).

5.3.3. Diagnóstico da situação

Após análises e comparações com estudos bibliográficos, sugere-se ocorrência de fissuras devido recalque diferencial, podendo ser em pilares internos da edificação, uma vez que ocorre em estruturas reticuladas, ou seja, àquelas compostas por lajes, vigas e pilares.

Na escola em questão, durante a fase de entrevista, houve relatos de que as salas de aula passam por processos de reformas periódicos, em geral são atividades de pinturas. A não visualização das fissuras nas paredes internas pode ser justificada, uma vez que os ambientes internos sofrem menos deterioração por causas físicas, como variação de temperatura e umidade, por exemplo.

As fissuras presentes nos painéis de alvenaria da escola podem ainda ser um reflexo do processo de recalque lento e estabilizado, atingindo apenas a face externa da alvenaria, uma vez que esta região está mais exposta a variações sazonais de temperatura e umidade além de movimentações higroscópicas quando comparadas às áreas internas (Berberian, 2003). Vale ressaltar que o comportamento peculiar das fissuras vistas nas Figuras 07 e 08, sugerem a necessidade de estudos mais aprofundados.

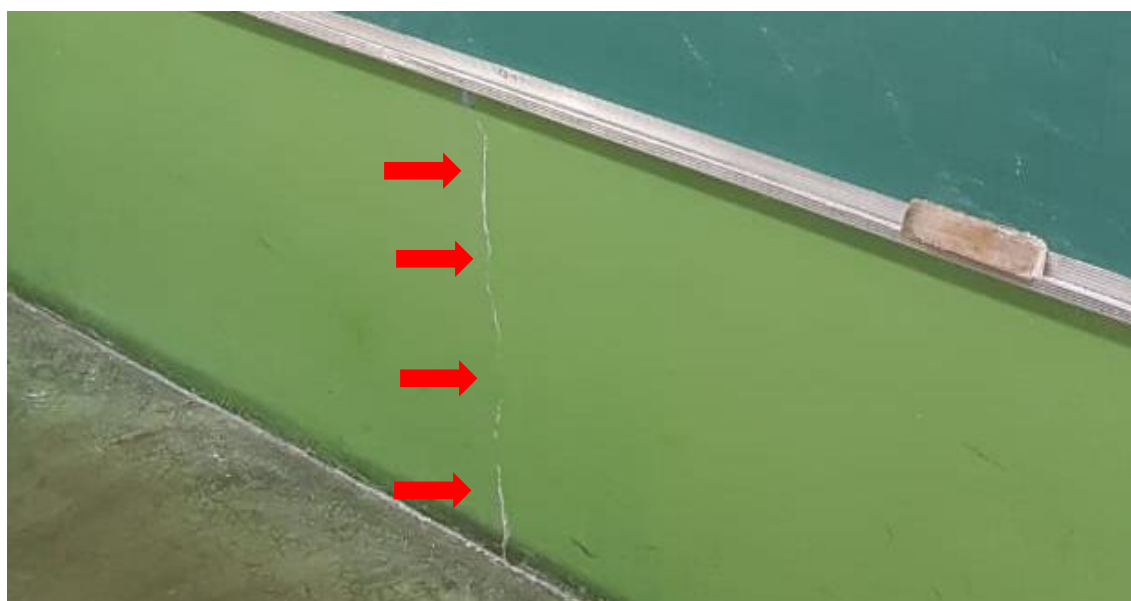
5.3.4. Definição da conduta

A melhor conduta seria estudos geotécnicos e de sondagens na fundação para investigar as condições do solo no local, com intuito de verificar a causa do recalque, bem como a sua estabilidade, e só então, propor intervenções de recomposição e reforço no local.

5.4. Caso 2

A fissura vertical, mostrada nas Figuras 12, foi identificada em uma parede interna de uma sala de aula, situada no subsolo, abaixo da biblioteca da escola. Essa fissura é visualizada em ambos os lados, interno e externo da edificação.

Figura 12 – Fissura vertical em alvenaria na parte interna da sala.



Fonte: Os Autores (2018)

A Figura 13 evidencia uma fissura em uma parede externa de uma sala de aula, situada no subsolo, abaixo da biblioteca da escola.

Figura 13 – Detalhe da fissura vertical na alvenaria na parte externa da sala.



Fonte: Os Autores (2018)

5.4.1. Tipologia da estrutura, alvenaria e cobertura

A estrutura é de concreto armado e a vedação em alvenaria. A cobertura, em ambos os prédios é composta por laje, telhado cerâmico e estrutura de madeira. A fissura está localizada na alvenaria interna e externa da sala de aula no Prédio 2, no subsolo. De acordo com a Figura 12 e Figura 13, é possível visualizar que a patologia se encontra em ambos os lados da alvenaria, com a mesma configuração.

5.4.2. Resultados e discussões

Observa-se conforme as Figuras 12 e 13 uma fissura com configuração vertical. Então por meio de buscas e comparações com casos semelhantes tratados na literatura e abordados nesta pesquisa, por meio do que o Zanzarini (2016) relata, chegou-se à conclusão de que as fissuras foram causadas devido a movimentações diferenciais ocorridas na fundação em que a resistência das paredes de alvenaria foram superadas, assim originando fissuras causadas por recalque de fundação.

5.4.3. Diagnóstico da situação

Segundo as análises feitas, a fissura se originou devido a um recalque diferencial na fundação, uma vez que já tentaram solucionar o mesmo problema, executando um reforço na fundação, através da elaboração de um tubulão.

5.4.4. Definição da conduta

A prevenção para a não ocorrência deste tipo de fissura, está condicionado na elaboração de uma sondagem para verificar as características do solo e então executar uma fundação adequada a situação do projeto, tanto em relação às cargas do edifício, quanto a resistência do solo.

5.5. Caso 3

Na mesma sala, citada no Caso II, observou-se as seguintes fissuras, e rebaixamentos das lajes, demonstradas nas Figuras 14, 15, 16.

Figura 14 – Fissura horizontal no prédio 2.



Fonte: Os Autores (2018)

Figura 15 – Rebaixamento da laje no pavimento subsolo do prédio 2.



Fonte: Os Autores (2018)

Figura 16 – Rebaixamento da laje do prédio 2, observada na biblioteca.



Fonte: Os Autores (2018)

5.5.1. Tipologia da estrutura

O ambiente onde o caso estudado está localizado se trata da sala do subsolo do prédio 2, onde é possível observar o descolamento da viga da alvenaria, entre o andar da sala de aula e da biblioteca situada no andar acima. As lajes são do tipo pré-moldadas com material de

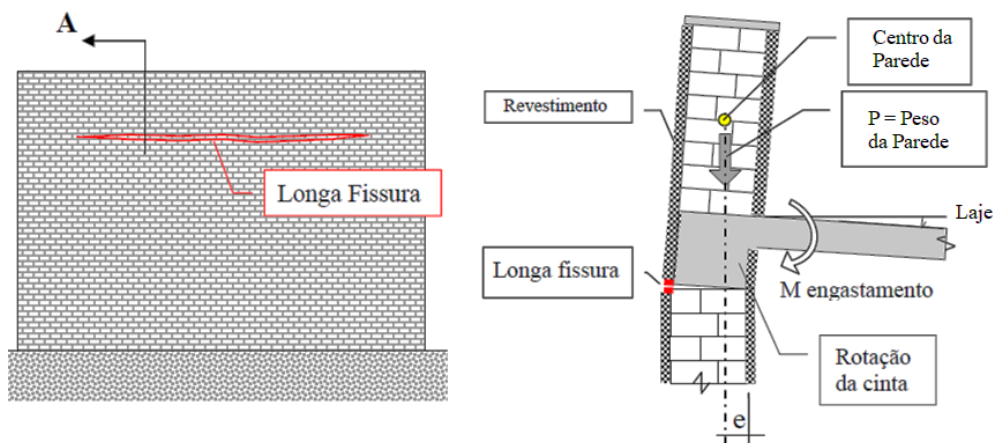
enchimento de lajotas de tijolos cerâmicos e as vigas e pilares são de concreto armado. Ainda pode-se observar um rebaixamento da laje, que é bem visível se observar as figuras 15 e 16.

5.5.2. Resultados e discussões

Como se observa nas Figuras 14, 15 e 16, pode-se notar o rebaixamento da laje e o aparecimento da fissura no piso da sala de aula superior utilizada como biblioteca e a fissura na região da viga no painel de alvenaria externo do prédio 2.

Nesta perspectiva, Marcelli (2007) relata que situações onde lajes com flechas excessivas se apoiam diretamente em vigas, principalmente quando as vigas possuem eixo curto e baixa capacidade de suporte, inicia-se uma rotação no plano de seção transversal do elemento, e conseqüentemente fissuração devido torção. A Figura 17 abaixo representa o comportamento típico de fissuras nas paredes externas, na altura das cintas do vigamento.

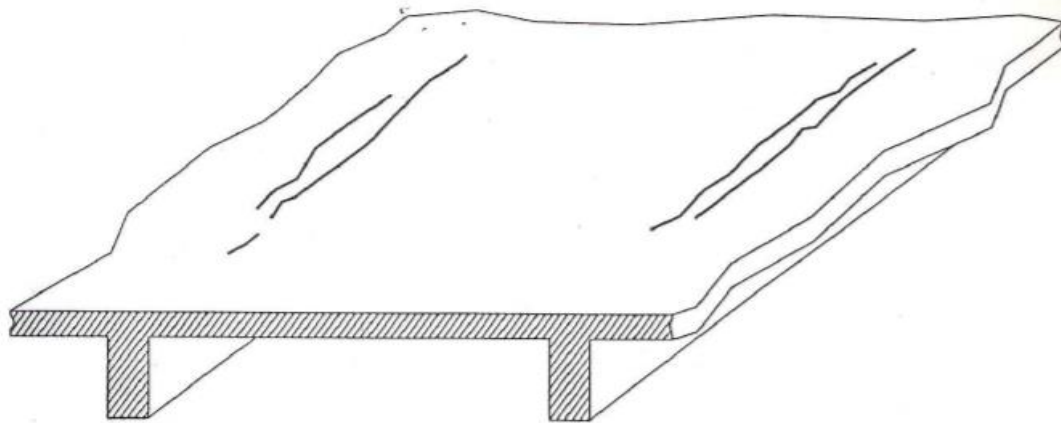
Figura 17 – Fissuras nas paredes externas, na altura das cintas do vigamento.



Fonte: Marcelli (2007).

As lajes estão mais susceptíveis a deformações segundo Marcelli (2007), principalmente quando os panos de laje são grandes e não possuem a rigidez suficiente para suportarem as cargas a que serão submetidas. Condições de apoio e ancoragem mal definidas também acentuam estas deformações. A Figura 18 mostra fissuras na região de apoio.

Figura 18 – Trincas em lajes devido à falta de armadura negativa.



Fonte: Marcelli (2007).

Durante a investigação, não foi possível verificar o projeto estrutural do Prédio 2, o que dificulta estimar como procedeu a armação da laje em questão e sua vinculação com a estrutura existente, uma vez que o prédio é oriundo de ampliação e não constava no projeto inicial.

5.5.3. Diagnóstico da situação

As manifestações patológicas evidenciadas nas imagens sinalizam problemas relacionados a deformações excessivas e ao tipo de vinculação, que juntos, comprometeram a rigidez do elemento construtivo como um todo.

Na figura 16 observa-se indícios da inexistência de armadura negativa de continuidade na laje pré-moldada na região do apoio central. Neste caso o elemento de apoio consiste em uma viga, que pode ser vista na figura 15, no teto da sala de aula do piso inferior.

O mesmo ocorre nas vigas de borda. Uma vez que as lajes pré-moldadas são mais deformáveis, sobretudo quando se apoiam na região tracionada da viga, há uma liberação do giro no local, em virtude do surgimento de momentos fletores negativos e acúmulos de tensões

devido a estes momentos nas bordas, o resultado desta configuração são fissuras ao longo dos apoios. Esta fissura pode ser observada na figura 16.

Como a parte superior da laje é utilizada como biblioteca, cabe especular a possibilidade de sobrecarga excessiva, já que dados como altura do cobrimento e especificação dos materiais empregados na execução da laje não foram encontrados.

5.5.4. Definição da conduta

A prevenção para evitar a ocorrência deste tipo de patologia seria a distribuição de armadura negativa de continuidade na laje na região dos apoios. O engaste da mesma nas vigas externas impediria a formação de momentos negativos nas extremidades e conseqüentemente a formação de fissuras.

Um maior detalhamento das cargas aplicadas á estrutura na fase de projeto aliado ao aumento da rigidez da laje ou redução das dimensões dos panos também contribuem para reduzir as deformações e aumentar a capacidade de absorção de tensões do elemento construtivo.

Em estrutura onde a fissuração já ocorreu, deve-se fazer o acompanhamento das mesmas, bem como seu preenchimento e quando possível reduzir os carregamentos nestes locais. Em situações mais graves, reforços estruturais podem ser aplicados, nestes casos, é imprescindível que o mesmo ocorra sob o acompanhamento de profissional especializado.

6. Considerações finais

Todos os empreendimentos no ramo da construção civil estão suscetíveis, ao decorrer de sua vida útil, a sofrerem manifestações patológicas, diminuindo a qualidade do produto, tanto no aspecto estético, quanto funcional ou estrutural.

As patológicas podem-se originar por diversos motivos, dentre eles, os principais são: falha na execução, erros de projeto, mau uso da edificação e a utilização de materiais de baixa qualidade. Quanto às formas de manifestação de patologias, existem diversas, mas esta pesquisa abordou sobre fissuras, suas causas e prevenções.

Este trabalho compreendeu em realizar uma revisão bibliográfica sobre patologias dando destaque as fissuras, suas configurações e maneiras de prevenção. A fim de exemplificar a pesquisa, foi feito um estudo de caso na Escola Estadual Antônio Papini em João Monlevade/MG, onde foram analisados 3 casos de incidências de fissuras. O estudo se resumiu

em fazer um levantamento das patologias na E. E. Antônio Papini, por meio de visitas técnicas e então para cada caso foi apresentado um diagnóstico, sua conduta diante aos problemas apresentados.

Dentre os casos estudados, ressalta-se que a maior parte deles houve fissuras causadas por recalque de fundações, problema advindo de falta de uma investigação do solo, uma vez que a escola é bem antiga, e naquele tempo não se preocupava em fazer uma investigação adequada do solo.

Todas as patologias evidenciadas no projeto poderiam ter sido evitadas, e um aspecto importante que se deve ressaltar é que para reparar ou recuperar um elemento construtivo torna-se infactível na maioria dos casos, sendo melhor conforme as normas, realizar a execução correta e prevenir futuros problemas patológicos.

A pesquisa serviu para ampliação de conhecimentos relacionados a problemas patológicos de fissuras e a sua prevenção, e observa-se que os estudos nessa área vêm aumentando, o que espera diminuir esses problemas, além de promover a otimização de processos, satisfazendo os clientes.

Referências

Almeida, R. de. (2008). Manifestações patológicas em prédio escolar: Uma análise qualitativa e quantitativa. *UFESM*. 30-31.

Andrade, E. B. B. (2017). Principais manifestações patológicas encontradas em edificação. *Emepro*. Disponível em: <<http://site.emepro.org/wp/2017/wp-content/uploads/sites/4/2017/05/AnaisEMEPRO2017finalREV2.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2015). NBR 15575 - Desempenho de Edificações. Rio de Janeiro: ABNT.

Beberian, D. (2003). Engenharia de Fundações. 28 ed. Brasília: *Editora UnB*. 1153 p.

Capello, A., Rocha, E. L. B., Souza, I. F., Melato, F., & Scarelli, S. R. G. G. (2010). Patologia das fundações. 115f. [Monografia] (Bacharel em Engenharia Civil) - *Faculdade Anhanguera*

de Jundiáí, Jundiáí, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/54137409/PATOLOGIA-DE-FUNDACOES-TCC>> Acesso em: 01 nov. 2018.

Carmona Filho, A. (2009). Panorama da Edificação Sob a Ótica da Patologia. *Conexão AEC*. Disponível em: <<http://www.aecweb.com.br/artigo/comunidade/1276/antonio-carmona-filho/panorama-da-edificacao-sob-a-otica-da-patologia.html>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

França, A. A. V., Marcondes, C. G. N., Rocha, F. C. da, Medeiros, M. H. F. de, & Helene, P. R. L. (2011). Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. *Téchne*, 19(174), 72-77.

Garcia, C. C. (1999). Incidências patológicas no subsistema estrutura de edifícios habitacionais na região de São Carlos/SP. [Dissertação de Mestrado]. *Universidade de São Paulo*. São Paulo.

Gomide, T. L. F., Neto, J. C. P. F., & Gullo, M. A. (2009). Normas técnica para engenharia diagnóstica em edificações. São Paulo: *Pini*. 248 p.

Helene, P. R. L. (1992). Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. São Paulo: *Pini*.

Helene, P. & Figueiredo, E. P. (2003). Introdução In: DEGUSSA. Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto. *Red Rehabilitar*, São Paulo. Cap. Introdução, pág 19 a 34.

Holanda Jr., O.G. (2002). Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural. [Tese] (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos. *Universidade de São Paulo*, São Carlos.

Linchtenstein, N. B (1985). Patologia das construções: procedimento formulação diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. Dissertação (Mestrado). EPUSP, São Paulo.

Magalhães, E. F. de. (2004). Fissuras em alvenaria: configurações típicas e levantamento de incidência no Estado do Rio Grande do Sul. 180f. [Dissertação Mestrado]. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, 2004.

Marcelli, M. (2007). Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras. São Paulo: *Pini*. 259 p.

Mazer, W. (2008). Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. Curitiba. (Apostila)

Oliveira, A. M. de. (2012). Fissuras, trincas e rachaduras por recalque diferencial de fundações. [Monografia Especialização] - Curso de Gestão em Avaliações e Perícias, *Universidade Federal de Minas Gerais*, Belo Horizonte. 96 f.

Papini E. E. A. (2015). História da Escola Estadual Antônio Papini. Acervo da Escola. Minas Gerais.

Possan, E., & Demoliner, C. A. (2013). Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: Abordagem geral. *Revista técnico-científica do CREA-PR*. Paraná.

Silva A. P., & Jonov, C. M. P. (2011) Curso de especialização em construção civil. Departamento de engenharia de materiais e construção. Minas Gerais. (Notas de Aula). Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/adriano/Manifest_%20Pat_2016.pdf> . Acesso em: 14 fev. 2019.

Souza, V. C., & Ripper, T. (1998). Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: *Pini*. 255 p.

Thomaz, E. (1989). Trincas em Edifícios – causas, prevenção e recuperação. São Paulo: *Pini*.

Thomaz, E. (2001). Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção. São Paulo: *Editora Pini*.

Zanzarini, J. C. (2016). Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural – Estudo de caso. [TCC] (Curso de Engenharia Civil) – Departamento acadêmico de Engenharia Civil. *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*. Campo Mourão. 82 f.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Hugo Sávio Penna Aleixo – 40%

Gilciara Rocha Eloy – 40%

Ladir Antonio da Silva Junior – 20%