CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.241
ISBN 978-65-86819-05-2

ESTUDO E PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES PARA MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÃO

BERNARDO, JOÃO RAFAEL
GRADUANDO ENGENHARIA CIVIL
FACULDADES ASSER
SÃO PAULO; BRASIL
JOAORAFAELBERNARDO92@GMAIL.COM

KANNO, WELLINGTON MASSAYUKI
PROFESSOR DR.
FACULDADES ASSER
SÃO PAULO; BRASIL
MASSAYUKI.KANNO@GMAIL.COM

RESUMO

Edificações recentemente construídas podem apresentar problemas patológicas de fácil detecção visual ou não. Estas podem levar ao declínio da vida-útil prevista em projeto. Assim, este trabalho visa analisar as manifestações patológicas mais frequentes em obras públicas e propor soluções e ações preventivas. Para tanto, este estudo envolveu uma abordagem composta por três etapas: (i) revisão bibliográfica para a compreensão das definições e dos conceitos de manifestações patológicas nas edificações; (ii) coleta de informações com profissionais da área visando soluções técnicas e a viabilidade econômica de execução; e (iii) uso da metodologia Lichtenstein para levantamento de subsídios, diagnóstico e definição das ações para análise das manifestações patológicas. Acrescenta-se que os dados foram obtidos a partir da vistoria de nove edificações do Campus USP Fernando Costa da Universidade de São Paulo (USP), localizado no município de Pirassununga, no interior do Estado de São Paulo. A partir destes dados, pôde-se perceber que as manifestações patológicas encontradas ocorrem principalmente por falhas de projeto e de execução. Verificou-se também que estas manifestações patológicas estão relacionadas a vazamentos em telhados; eflorescências, manchas e mofos, fissuras e trincas. Ao aplicar o método de Lichtenstein, os problemas patológicos foram compreendidos, o que permitiu propor soluções preventivas e corretivas. Portanto, a familiarização e conhecimento dos engenheiros e arquitetos sobre manifestações patológicas é de essencial importância para garantir projetos mais eficientes, ou seja, que especifiquem corretamente os materiais, contenham um planejamento de obra viável e eficiente, bem como detalhem claramente os processos executivos garantindo a qualidade de execução e segurança durante a execução e uso da edificação.

Palavras-chave: análise de causas, diagnóstico, viabilidade técnica, manifestação patológicas, soluções patológicas.

ABSTRACT

New buildings may have pathological problems that are easy to detect or not. These can lead to a decline in designed lifespan of buildings. Thus, this paper aims to analyze the most frequent pathological manifestations in public works, as well as to propose solutions and preventive actions. For this purpose, it was carried out a study involving a three-steps approach: (i) a bibliographic review for the comprehension of both definitions and concepts of pathological manifestations in buildings; (ii) acquire information from expert professionals aiming technical solutions and the economic feasibility of execution; and (iii) use of the Lichtenstein's methodology to gather subsidies, as well as diagnoses and definitions of actions to analyze pathological manifestations. In addition, the data were obtained from the survey of nine buildings of Fernando Costa Campus of the University of São Paulo (USP), located in Pirassununga. From that data, it could be seen that the found pathological manifestations occur mainly due to design and execution failures. It was also found that pathological manifestations are related to leaks on roofs; efflorescences; spots and molds; fissures and cracks. When applying the Lichtenstein method, pathological problems were understood, which allowed to propose preventive and corrective solutions. Therefore, engineers and architects' experience with pathological manifestations is essential to guarantee the most efficient designs, properly specified materials, a viable and efficient work plan, and an efficient detailment of the process, which will ensure good quality execution and a safe use of the building.

Keywords: cause analysis, diagnosis, technical feasibility, pathological manifestation, pathology solutions.

1. INTRODUÇÃO

Espera-se que profissionais sejam mais eficazes a cada dia, entretanto, este trabalho mostra que empreendimentos civis da iniciativa pública recém concluídas apresentam muitas manifestações patológicas. Isto demonstra que o conhecimento técnico do profissional não evoluiu e é deficiente nas etapas: concepção, planejamento, projeto, execução e manutenção.

ISBN 978-65-86819-05-2

Assim como qualquer outra atividade econômica, a construção civil deveria buscar por melhorias em seu processo produtivo para garantir a qualidade do produto final e menor custo. Entretanto, os profissionais deste setor têm a sensação de que as edificações recentes não atendem às necessidades dos seus clientes, não reduzem o desperdício de materiais e de mão de obra, e, principalmente, não reduzem a quantidade de manifestações patológicas. Nesse sentido, há de se reconhecer a necessidade do profissional ampliar seus conhecimentos, sejam eles teóricos ou provenientes de experiências profissionais, a fim de desenvolver a habilidade em prever os problemas e propor soluções. Dessa forma, novas técnicas e novos materiais surgirão para melhorar a qualidade dos produtos e serviços e reduzir os desperdícios.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, verificou-se a escassez de literatura técnica sobre patologia da construção e consequente ausência de formação profissional. Dificuldade esta que, de um modo geral, é contornada por meio do conhecimento empírico, tentativa e erro, adquirido ao longo do tempo. Esta é uma prática distante da ideal, mas seria de grande contribuição à categoria se cada problema patológico e sua solução fossem registrados e divulgados. Não divulgar o conhecimento retarda o desenvolvimento das técnicas de projetar e de construir, pois não impede que erros já conhecidos sejam novamente cometidos (THOMAZ, 1989, p.17) e não incentiva o desenvolvimento de melhores soluções.

O refazimento, reparos, restauros e reforços aumentam o custo da obra (MARCELLI, 2007, p.12), portanto, o conhecimento em patologia de edificações é essencial para que profissionais do setor da construção civil tenham menor chance de cometer erros (VERÇOZA, 1991) na construção. O conhecimento, usado para redigir o manual do proprietário e manuais de manutenção, é fundamental também para os usuários e profissionais de manutenção e conservação, pois erros cometidos por estes contribuem para deterioração da edificação (PEREZ, 1996) e até mesmo contribuem para a redução da vida útil. Além das condições que os materiais ficam expostos (proporcionado pelo usuário) e da existência de manutenção periódica, a vida útil também depende da qualidade dos materiais (ANTONIAZZI, 2009), portanto, a redução da vida útil pode iniciar na concepção (projeto) e continuar durante o uso.

Considerando a importância demostrada anteriormente, este trabalho estudou as principais manifestações patológicas em edificações de um espaço universitário de gestão pública para determinar as principais causas e propor intervenções técnicas economicamente viáveis. Além disso, a análise das manifestações patológicas também visou determinar as ações de planejamento (projeto) e de execução para que futuras edificações não as apresentem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um problema patológico são comportamentos anômalos ou disfunções de um ou mais sistemas que compõem uma edificação e é detectado a partir de uma manifestação patológica que é uma anomalia visível. A manifestação patológica possui causas e origens, sendo que as causas são elementos ou sistemas defeituosos da edificação e cada defeito, por sua vez, tem origem em uma ou mais etapas da vida de uma edificação: projeto e especificações, planejamento, execução, uso, e manutenção. Segundo Helene (1992), as principais origens dos problemas patológicos estão no projeto e na execução conforme gráfico da figura 1:

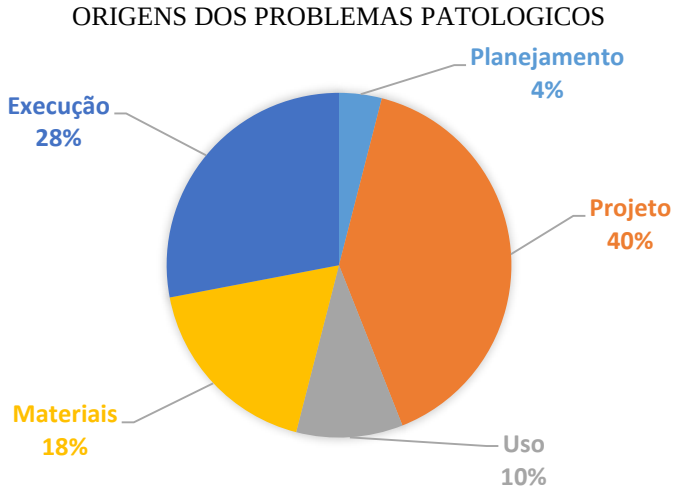


Figura 1 - Origem dos problemas patológicos em relação às etapas do empreendimento
FONTE: adaptado, (HELENE,1992, P.22)

ISBN 978-65-86819-05-2

2.1 Problemas patológicos relacionados às trincas

Sobre trincas e fissuras, Thomaz (1989) afirma que "nem sempre é tarefa fácil diagnosticar a causa de trinca". Chaud (1979, *apud* THOMAZ, 1989, p.151), reafirma que "uma causa pode provocar diversas configurações de trincas e uma configuração pode ser representativa de diversas causas". Portanto, mesmo que um profissional seja qualificado, apenas a aproximação e uma boa visualização deste tipo de manifestação patológica não é suficiente para uma tomada de decisão assertiva para solução do problema patológico, necessitando, em certos casos, de estudo mais aprofundado utilizando de procedimentos e equipamentos específicos.

Segundo o mesmo autor, para determinar os motivos de uma trinca ou fissura, considerando que as trincas são oriundas de sobrecargas de componentes ou da obra como um todo, deve-se analisar os seguintes fenômenos: sobrecargas ou concentrações de tensões; deformações provocadas por variações de umidade e de temperatura; deformação excessiva das estruturas; recalques diferenciais das fundações; retração de argamassas; e alterações volumétricas devido à alteração química de materiais de construção.

2.2 Problemas patológicos relacionados à água

A umidade nas construções é considerada uma grande causadora dos problemas patológicos, pois a penetração de água ou formação de manchas de umidade, assim como as trincas e fissuras, são as manifestações patológicas mais comuns nas edificações. Além disso, a umidade é o meio necessário para propagação de manifestações patológicas como eflorescência, oxidação de elementos metálicos, perda de pintura entre outras (VERÇOZA, 1991). A umidade afeta, além da vida útil da construção, o bem-estar e salubridade dos moradores (BELEM, 2011).

Por ser frequente seu aparecimento, a umidade deve ser evitada, mas, segundo Perez (1988): "a umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil. Esta dificuldade está relacionada à complexidade dos fenômenos envolvidos e a falta de estudos e pesquisas".

2.2.1 Eflorescência

É uma manifestação patológica normalmente encontrada na superfície de materiais porosos (concreto, argamassa, tijolo, pedra, cerâmica, etc.) da parte inferior das paredes do pavimento térreo e se apresenta na forma de manchas, depósitos cristalinos brancos (SUPLICY, 2012) e amarelados (material pulverulento) e até mesmo na forma de material deteriorado (desagregado) com consequente desprendimento da pintura quando houver. As manchas, depósitos cristalinos e a desagregação são devidos ao crescimento, nos poros do material, de cristais provenientes da reação química do ar, principalmente dióxido de carbono (CO_2), com os sais, principalmente hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) que são trazidos pela água proveniente do solo. A causa desta manifestação patológica é a falta ou má execução de impermeabilização da fundação (baldrame e/ou alvenaria de embasamento) e da parede o que permite a percolação da água pela fundação e parede pelo processo de capilaridade, carreando os sais destes elementos construtivos.

2.2.3 Mofo e Bolor

A existência de superfícies úmidas aliadas à umidade relativa do ar em torno de 60% e temperatura entre 20°C e 30°C, são condições ideais para a proliferação de esporos de vários tipos de micro-organismos existentes no ar que dão origem aos mofos e fungos líquens (SUPLICY, 2012, p.23) em tais superfícies. Esta manifestação patológica provoca alterações na superfície e no interior do material úmido, exigindo sua retirada parcial para recuperação e até mesmo a substituição integral do elemento, gerando gastos elevados (SOUZA, 2008).

2.2.3 Vazamento em telhados ou em elementos de vedação

O vazamento de água do telhado ou percolação de água em trincas de paredes são conhecidos popularmente simplesmente como "infiltração" e, no primeiro caso, podem ocorrer devido à: rufos ineficientes (larguras ineficientes, vedação deficiente); inclinação insuficiente; recobrimento de telhas insuficiente; telha danificada; ou calha ineficiente (calha subdimensionada, vedação deficiente, inclinação insuficiente) ou entupida.

A infiltração de água em paredes é também facilmente encontrada nas edificações e ocorre devido à: fissuras e trincas de paredes, muros ou lajes de cobertura; falta ou má execução da impermeabilização de materiais porosos como lajes de cobretura; ou encontros de dois elementos de vedação como, por exemplo, parede e janela.

ISBN 978-65-86819-05-2

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Método

A metodologia deste trabalho é baseada no procedimento prático definido por Lichtenstein (1986), que sintetiza as seguintes ações: levantamento de subsídios que consiste em acumular e organizar as informações necessárias para compreensão dos fenômenos; diagnóstico da situação a partir dos dados coletados; e definição de conduta que consiste em prescrever um procedimento a ser executado para resolver o problema patológico encontrado. Os subsídios foram obtidos a partir de vistorias e do levantamento histórico de cada edifício referente ao problema patológico.

3.2 Escolha de edificações e aquisição de dados

As edificações escolhidas foram aquelas com idade abaixo de 10 anos para demostrar que, mesmo com a evolução do setor da construção civil, a quantidade de manifestações patológicas em construções relativamente novas é elevado. Estas edificações, relacionadas na tabela 1, foram vistoriadas em maio de 2017. A vistoria foi apenas física e visual, mas minuciosa o suficiente para detectar os problemas patológicos mais frequentes e de maior impacto negativo ao usuário.

Tabela 1 - Edificações do Campus USP "Fernando Costa"

Edificações do Campus USP “Fernando Costa”	Data de Entrega da Edificação
1 – Biblioteca Central	Abr/2011
2 – Restaurante Universitário	Ago/2011
3 – Bloco Didático do curso de Engenharia de Biossistemas	Out/2011
4 – Bloco Didático de Nutrição Animal do curso de Medicina Veterinária	Jun/2013
5 – Laboratório de Construções Rurais	Fev/2014
6 – Bloco Didático do Departamento de Ciências Básicas	Abr/2014
7 – Unidade Didática Clínico Hospitalar	Set/2014
8 – Bloco Administrativo do curso de Engenharia de Biossistemas	Dez/2014
9 – Conjunto de Laboratórios Didático do curso de Medicina Veterinária	Jan/2015

4. RESULTADOS

A Divisão do Espaço Físico (DVEF) da Prefeitura do Campus USP Fernando Costa (PUSP-FC), responsável pelo planejamento e expansão física do campus, forneceu todo o histórico de construção e de uso de cada edificação, possibilitando a detecção, para cada manifestação patológica, da causa e da origem dos problemas patológicos.

Seguindo o método proposto por Lichtenstein (1986), foram organizados e estudados: os dados de manifestações patológicas adquiridos em campo; e os dados históricos obtidos junto à DVEF. A partir da compreensão de cada problema patológico, montou-se a tabela 2 apresentando a descrição do problema patológico, sua manifestação patológica, e suas causas e origens. As quantidades de edifícios que apresentam certa manifestação patológica são apresentadas neste trabalho, mas o número de ocorrências de determinada manifestação patológica em cada edifício não foi considerado.

Tabela 2 - Problemas patológicos

	Descrição	Manifestação Patológica		Causas	Origem
		Grupo	Tipo		
1	Biblioteca Central				
1.1	Trincas verticais pela à ausência de amarração entre pilares e paredes.	Trinca	Trincas entre vedação e estrutura	Amarração ausente/ineficiente	Vício de obra
1.2	Trincas entre a parede e a viga invertida na qual se apoia causada pela flecha não prevista em projeto.	Trinca	Trincas entre vedação e estrutura	Movimentação da estrutura	Projeto
1.3	Trincas no piso devido à ausência de armadura negativa da laje do piso sobre a viga baldrame.	Trinca	Trincas no piso	Ausência de armadura	Projeto
1.4	Trinca no gesso acartonado acima de porta por causa da falta ou má fixação da guia sobre a porta.	Trinca	Fissuras em quinas de aberturas	Verga ineficaz ou inexistente	Vício de obra
2	Restaurante Universitário				
2.1	Trinca na parede (e peitoril) devido à sua flexão provocada pela reação do solo no baldrame.	Trinca	Trincas de recalque	Movimentação da estrutura	Projeto

ISBN 978-65-86819-05-2

Tabela 2 - Problemas patológicos (continuação)

	Descrição	Manifestação Patológica		Causas	Origem
		Grupo	Tipo		
2.2	Eflorescências (com destacamento da pintura) em decorrência do afloramento da água proveniente do solo que percolou elementos que não tiveram impermeabilização eficiente.	Água	Eflorescência	Impermeabilização ineficiente	Vício de obra
2.3	Empoçamento em depressões da calçada que não tiveram nivelamento e desempeno corretos.	Água	Empoçamento	Declividade e superfície irregulares	Vício de obra
2.4	Escorrimento de água pela parede onde termina o telhado devido a rufos e contrarrufos ineficientes.	Água	Manchas	Falha de calhas/rufos	Vício de obra
2.5	Limo no revestimento ao redor dos dutos de água pluvial devido à umidade provocada pelo vazamento de água na união entre calha e duto.	Água	Mofo e limo	Falha de calhas/rufos	Manutenção
2.6	Limo no revestimento ao redor dos dutos de água pluvial que ocorre pela umidade provocada pelo transbordamento de calha obstruída.	Água	Mofo e limo	Falha de calhas/rufos	Manutenção
3	Bloco Didático do curso de Engenharia de Biossistemas				
3.1	Fissuras mapeadas (por retração da argamassa) devido à cura inadequada da argamassa.	Trinca	Fissuras mapeadas	Retração argamassa de revestimento	Planejamento
3.2	Trincas verticais pela ausência de amarração entre pilares e paredes.	Trinca	Trincas entre vedação e estrutura	Amarração ausente/ineficiente	Vício de obra
3.3	Trincas entre parede e fundo da viga em virtude da ausência de fiada de encunhamento (que permite a acomodação da viga antes de fechar a parede).	Trinca	Trincas entre vedação e estrutura	Movimentação da estrutura	Vício de obra
3.4	Trincas inclinadas junto às quinas das aberturas indicam verga ineficiente ou sua ausência.	Trinca	Fissuras em quinas de aberturas	Verga ineficaz ou inexistente	Vício de obra
3.5	Trinca na parede (e peitoril) devido à sua flexão provocada pela reação do solo no baldrame.	Trinca	Trincas de recalque	Movimentação da estrutura	Projeto
3.6	Trincas ao redor das juntas de dilatação por não utilizar materiais com elasticidade adequada que absorva os movimentos de dilatação da estrutura.	Trinca	Trincas em juntas	Juntas de Dilatação ausente/ineficiente	Materiais
3.7	Destacamento da pintura externa em decorrência da deterioração da argamassa de revestimento (executado com traço inadequado).	Outros	Destacamento da pintura externa	Deterioração do substrato	Materiais
4	Bloco Didático de Nutrição Animal do curso de Medicina Veterinária				
4.1	Trincas verticais pela à ausência de amarração entre pilares e paredes.	Trinca	Trincas entre vedação e estrutura	Amarração ausente/ineficiente	Vício de obra
4.2	Trincas entre parede e fundo da viga pela ausência de fiada de encunhamento (que permite a acomodação da viga antes de fechar a parede).	Trinca	Trincas entre vedação e estrutura	Movimentação da estrutura	Vício de obra
4.3	Trincas ao redor das juntas de dilatação por não utilizar materiais com elasticidade adequada que absorva os movimentos de dilatação da estrutura.	Trinca	Trincas em juntas	Juntas de Dilatação ausente/ineficiente	Materiais
4.4	Eflorescências (com destacamento da pintura) devido ao afloramento da água proveniente do solo que percolou elementos que não tiveram impermeabilização eficiente.	Água	Eflorescência	Impermeabilização ineficiente	Vício de obra
4.5	Empoçamento em depressões de piso (bicicletário) que não tiveram correto nivelamento e desempeno.	Água	Empoçamento	Declividade e superfície irregulares	Vício de obra
4.6	Deterioração do forro de fibra mineral pela água que vaza pela laje que não é estanque. A água sobre a laje é proveniente da calha corroída.	Água	Deterioração dos forros	Falha de calhas/rufos	Manutenção
4.7	Manchas nas paredes pelo escorrimento da água provenientes das calhas que estão corroídas.	Água	Manchas	Falha de calhas/rufos	Manutenção

ISBN 978-65-86819-05-2

Tabela 2 - Problemas Patológicos (continuação)

	Descrição	Manifestação Patológica		Causas	Origem
		Grupo	Tipo		
5	Laboratório de Construções Rurais				
5.1	Fissuração entre laje (edificação nova) e parede (edificação antiga) em virtude da ausência de junta de dilatação (material com elasticidade adequada).	Trinca	Trincas em juntas	Juntas de Dilatação ausente/ineficiente	Materiais
5.2	A falha na vedação do caixilho promoveu a percolação de água para o revestimento interno que contorna o caixilho. Na presença de umidade, houve proliferação de limo.	Água	Mofo e limo	Impermeabilização ineficiente	Vício de obra
5.3	Mancha (umidade) ao redor do quadro de energia provocada pela água, proveniente de vazamento no telhado, que escorre pela laje e eletroduto.	Água	Manchas	Vazamento no telhado	Manuten-ção
6	Bloco Didático do Departamento de Ciências Básicas				
6.1	Deterioração do forro pela água que transborda da calha obstruída por folhas (projeto considerou poda das árvores do entorno, nunca executada).	Água	Deterioração dos forros	Falha de calhas/rufos	Projeto
6.2	Manchas nas paredes pelo escorrimento da água que transborda da calha obstruída por folhas (projeto considerou poda das árvores do entorno, nunca executada).	Água	Manchas	Falha de calhas/rufos	Projeto
6.3	Manchas nas paredes pelo escorrimento da água proveniente da falha de vedação do caixilho.	Água	Manchas	Impermeabilização ineficiente	Vício de obra
7	Unidade Didática Clínico Hospitalar				
7.1	Trinca/rachadura dos pisos junto às paredes devido ao recalque do solo mal compactado.	Trinca	Trincas no piso	Recalque diferencial	Vício de obra
7.2	Trincas nas paredes que se apoiam em baldrame com recalque diferencial (fundação ineficiente).	Trinca	Trincas de recalque	Recalque diferencial	Vício de obra
7.3	Eflorescências (com destacamento da pintura) devido ao afloramento da água proveniente do solo que percolou elementos que não tiveram impermeabilização eficiente.	Água	Eflorescência	Impermeabilização ineficiente	Vício de obra
7.4	Destacamento do azulejo pela degradação do reboco promovida pelo afloramento da água proveniente do solo que percolou elementos que não tiveram impermeabilização eficiente.	Água	Destacamento de revestimento cerâmico	Deterioração do substrato	Vício de obra
8	Bloco Administrativo do curso de Engenharia de Biossistemas				
8.1	Trincas verticais em virtude da ausência de amarração entre pilares e paredes.	Trinca	Trincas entre vedação e estrutura	Amarração ausente/ineficiente	Vício de obra
8.2	Eflorescências (com destacamento da pintura) em decorrência do afloramento da água proveniente do solo que percolou elementos que não tiveram impermeabilização eficiente.	Água	Eflorescência	Impermeabilização ineficiente	Vício de obra
9	Conjunto de Laboratórios Didáticos do Curso de Medicina Veterinária				
9.1	Deterioração de forro (placas OSB) devido ao vazamento entre tabeira e telha provocado pela ausência um elemento de captação (calha). O recorte diagonal do telhado exige este elemento para escoar água até o deságue.	Água	Deterioração dos forros	Falha de calhas/rufos	Projeto
9.2	Deterioração de forro (placas de OSB) do vão central pela água que vaza em telhas quebradas.	Água	Deterioração dos forros	Vazamento no telhado	Manuten-ção
9.3	Deterioração de forro (placas de OSB) do vão central pela água que transborda pela água furtada subdimensionada.	Água	Deterioração dos forros	Falha de calhas/rufos	Projeto

ISBN 978-65-86819-05-2

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Frequência de ocorrência dos tipos manifestações patológicas em diferentes edifícios

Neste trabalho, a frequência de ocorrência de uma manifestação patológica é a relação entre a quantidade de edificações que apresentaram tal manifestação patológica e o total de edificações analisadas, nove edificações neste caso.

Analisando cada manifestação patológica indicada na tabela 2, pode-se observar que elas se dividem basicamente em um grupo relacionado às trincas e outro relacionado à água. Percebe-se também que: em sete edifícios, do total de nove, há pelo menos uma manifestação patológica relacionada às trincas; há pelo menos uma relacionada à água em 77,8% dos edifícios; e há apenas um edifício que apresenta manifestação patológica não relacionada à água e trincas (destacamento da pintura). Tais informações foram organizadas na forma de tabela (tabela 3) e gráfico (figura 2) abaixo.

Tabela 3 - Frequência de ocorrência para cada grupo de manifestações patológicas

Grupo de manifestação patológica	Nº de edifícios com ocorrência de pelo menos uma manifestação patológica do grupo	Frequência
Trincas	7	77,8%
Água	7	77,8%
Outros	1	11,1%

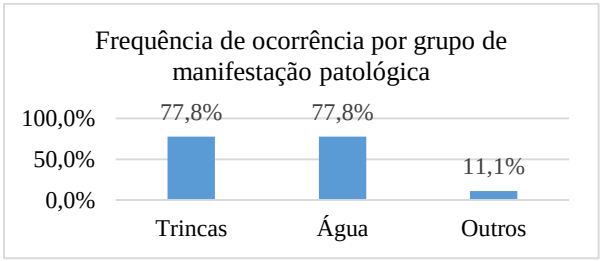


Figura 2 - Frequência de ocorrência para cada grupo de manifestações patológicas

Uma determinada manifestação patológica pode ter duas ou mais causas distintas, como o caso das manchas de água escorrida nas paredes que pode ter como causa: telhas cerâmicas quebradas; entupimento do condutor de calha; calha corroída; ou até falha de vedação de caixilhos. Além desses casos, uma manifestação patológica pode aparecer mais de uma vez num mesmo edifício por possuir causas distintas, é o caso de: trincas entre vedação e estrutura; deterioração dos forros; e mofo e limo. Portanto, considerou-se apenas uma ocorrência daquela manifestação patológica que se repete na mesma edificação, ainda que de modo diferente, resultando nas frequências mostradas na tabela 4.

Tabela 4 - Frequência de ocorrência de tipos de manifestações patológicas em diferentes edificações

	Manifestação Patológica	Quantidade de edifícios	Frequência
Manifestações patológicas relacionadas às trincas			
1	Trincas entre vedação e estrutura	4	44,4%
2	Trincas de recalque	3	33,3%
3	Trincas em juntas	3	33,3%
4	Fissuras em quinas de aberturas	2	22,2%
5	Trincas no piso	2	22,2%
6	Fissuras Mapeadas	1	11,1%
Manifestações patológicas relacionadas à àgua			
7	Eflorescência	4	44,4%
8	Manchas	4	44,4%
9	Deterioração dos forros	3	33,3%
10	Empoçamento	2	22,2%
11	Mofo e limo	2	22,2%
12	Destacamento de revestimento cerâmico	1	11,1%
Manifestações patológicas relacionadas a outros fatores			
13	Destacamento da pintura externa	1	11,1%

Na tabela 4, pode-se verificar que as manifestações patológicas mais frequentes são: trincas entre vedação e estrutura (44,4%); eflorescência (44,4%); e manchas (44,4%). As trincas entre vedação e estrutura provocadas por amarração ineficiente ocorrem em quatro edifícios, sendo que três destes apresentaram outras trincas, mas causadas pela movimentação da estrutura. Portanto, deve-se dar atenção especial às trincas entre vedação e estrutura por apresentarem duas causas distintas que podem ocorrer simultaneamente num mesmo edifício.

ISBN 978-65-86819-05-2

5.2 Frequência de ocorrência das causas em diferentes edifícios

Neste trabalho, a frequência de ocorrência de uma causa é a relação entre a quantidade de edificações que apresentaram tal causa e o total de edificações analisadas, nove edificações neste caso.

A exemplo de uma calha entupida que causa manchas de água escorrida na parede e deterioração do forro, uma causa pode ter diferentes manifestações patológicas e, portanto, uma causa pode ser mais frequente que uma das manifestações patológicas por ela provocada. As frequências das causas da tabela 5 foram obtidas desconsiderando a repetição, numa mesma edificação, daquela causa que provoca diferentes de manifestações patológicas.

Tabela 5 - Frequência de causas que se repetem em diferentes edifícios

	Causa de Problemas Patológicos	Quantidade de edifícios	Frequência
1	Impermeabilização ineficiente	6	66,7%
2	Amarração ausente/ineficiente	4	44,4%
3	Falha de calhas/rufos	4	44,4%
4	Movimentação da Estrutura	4	44,4%
5	Juntas de dilatação ausente/ineficiente	3	33,3%
6	Declividade e superfície irregulares	2	22,2%
7	Deterioração do substrato	2	22,2%
8	Verga ineficaz ou inexistente	2	22,2%
9	Vazamento no telhado	2	22,2%
10	Ausência de armadura	1	11,1%
11	Recalque diferencial	1	11,1%
12	Retração da argamassa de revestimento	1	11,1%

As falhas de amarração, movimentações da estrutura, falhas nas juntas de dilatação estão diretamente ligadas às deformações naturais da estrutura e possuem frequências de 44,4%, 44,4% e 33,3% respectivamente. Isto demonstra que os profissionais dispõem de pouca compreensão a respeito de como uma estrutura se comporta durante e após a construção. Analisando as causas que mantém relação com a deformação da estrutura, elas são as causas de manifestações patológicas de seis edificações, ou seja, 66,7% das edificações apresentam falhas vinculadas à movimentação da estrutura.

No caso de problemas patológicos relacionados à presença indesejada da água, a falha de impermeabilização é a mais frequente e é a causa de uma ou mais manifestações patológicas em 66,7% dos edifícios (tabela 5). A falha de impermeabilização de fundação causa eflorescências em quatro edifícios, dos quais um tem o substrato degradado pela eflorescência, e a falha de vedação entre caixilho e parede causa mofo e limo em um edifício e manchas em outro. Sabendo que 44,4% dos edifícios possuem manifestações patológicas causadas pela falha de impermeabilização na fundação e que as falhas em calhas e rufos são as causas em 44,4% dos edifícios, tais causas merecem atenção especial.

5.4 Distribuição de origens no espaço amostral de 39 manifestações patológicas

Por fim, para se propor ações que culminem na redução dos problemas patológicos, é importante determinar as origens. Reunindo as origens e comparando com a quantidade total de manifestações patológicas, chegou-se à conclusão de que: 51% das manifestações patológicas têm origem na execução ou vícios de obra, 21% no projeto, 15% na manutenção, 10% nos materiais e 3% em planejamento. Tal resultado está ilustrado no gráfico da figura 5, exposto mais adiante.

Ao comparar os resultados obtidos neste trabalho (gráfico da figura 3) com os resultados obtidos por Helene (1992) (gráfico da figura 1), pode-se verificar que, após aproximadamente 25 anos, os problemas de execução (neste trabalho denominado vício de obra) quase dobraram, passando de 28% a 51% dos problemas patológicos e os problemas de uso (neste trabalho denominado manutenção) também aumentou de 10% para 15%. Já os problemas com origem nos materiais reduziram de 18% para 10%, provavelmente devido à evolução dos materiais.

Embora os problemas por motivo de erros de projeto tenham reduzido em comparação com os demais, deve-se observar que o aumento com problemas de execução e manutenção, ou seja, o aumento de problemas provocados pela mão de obra operacional é muito acentuado e que pode indicar erroneamente uma melhora nos projetos. Com isso, pode-se afirmar que a qualidade da mão de obra operacional reduziu acentuadamente em comparação com a qualidade dos projetos.

ISBN 978-65-86819-05-2

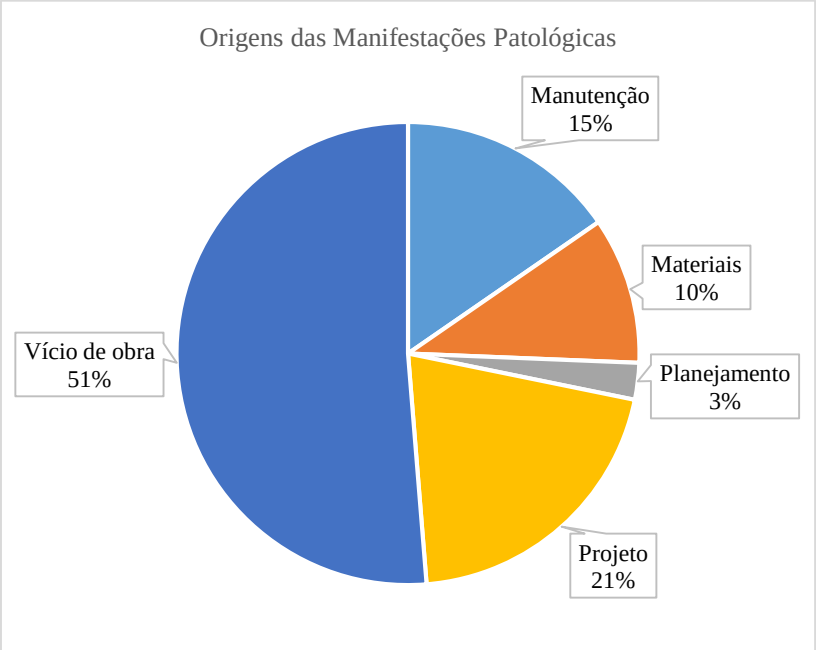


Figura 3 - Origens das manifestações patológicas

6. PROPOSIÇÕES DE SOLUÇÕES

6.1 Soluções para problemas patológicos relacionadas às trincas

Paredes e pilares são elementos construtivos que possuem deformações distintas, pois são constituídos por materiais diferentes o que provoca movimentações relativas entre eles. Caso não haja amarração, a argamassa de revestimento não tenha elasticidade adequada, ou a combinação dos dois, a argamassa irá trincar quando as movimentações ocorrerem. Este problema patológico de falha de amarração entre pilares e paredes (item 1.1, 3.2, 4.1 e 8.1 da tabela 2) pode ser solucionado pela proposta de recuperação de Thomaz (1989) ilustrada na figura 4. Esta consiste em remover o revestimento, fixar tela metálica ou polimérica recobrindo 20 centímetros dos elementos, chapiscar e, por fim, aplicar argamassa de revestimento com aditivo para aumentar sua elasticidade. Dessa forma, a tela e argamassa garantem a fixação da parede ao pilar sem, contudo, restringir os movimentos relativos entre parede e pilar.

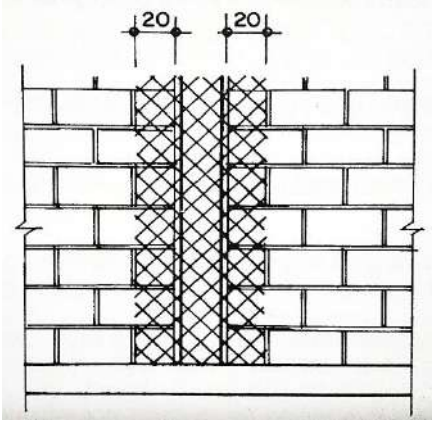


Figura 4: recuperação de destacamento pilar/parede com tela de estuque.
Fonte: (THOMAZ, 1989).

Esta mesma técnica pode ser aplicada ao problema patológico de trincas ao longo dos fundos ou topos das vigas devido à restrição da deformação da viga pela ausência de encunhamento das paredes. Muitas construtoras utilizam as paredes de vedação como apoio para o fundo das vigas o que faz com que a viga transfira parte de sua sobrecarga às paredes que, em conjunto com a deformação natural da viga por efeito de sobrecargas, promova fissuras na parede junto ao fundo da viga. Este problema poderia ser evitado se a parede fosse finalizada, com uma fiada de alvenaria de encunhamento, após a viga receber todas as sobrecargas para a qual foi projetada, ou seja, após ocorrer todas as deformações de uso da viga.

ISBN 978-65-86819-05-2

Uma manifestação patológica não encontrada na literatura, mas que ocorreu em duas edificações estudadas, é a trinca vertical que ocorre nas paredes abaixo de janelas de grandes vãos. Esta trinca ocorre no meio do vão, possui abertura maior na pedra do peitoril e sua abertura na parede junto ao peitoril é maior que aquela junto ao rodapé, o que indica que a trinca iniciou no peitoril e propagou em direção ao solo. Esta característica é aquela de corpos rompidos por flexão, o que leva a supor que as vigas baldrames, ao encontrarem a resistência do solo por tentar acompanhar o recalque natural das estacas, deformaram excessivamente, transmitindo a flexão para a parede abaixo da janela. Neste caso, a solução é aguardar a estrutura estabilizar sua movimentação para então retirar o revestimento numa extensão de 20 centímetros a partir de cada lado da trinca, fixar tela nesta mesma extensão, chapiscar e aplicar argamassa de revestimento com aditivo que aumente sua elasticidade (método semelhante ao proposto anteriormente).

As manifestações patológicas citadas estão diretamente ligadas às movimentações da estrutura, nas quais as paredes, a elas justapostas, deveriam ser executadas ou finalizadas somente após a sobrecarga total ou quase total da estrutura. Portanto, a recuperação dos elementos fissurados já citados deve somente ocorrer após as movimentações serem mínimas. Para determinar a estabilidade, é necessário o monitoramento da abertura das trincas, selos de gesso por exemplo.

Este monitoramento é imprescindível no caso de recalques diferenciais na estrutura de fundação, pois Pfeffermann (1967, apud THOMAZ, 1989, p. 159) afirma que "se os estudos demonstram que há possibilidade de continuação do movimento, nenhum método de reparo do componente será eficiente". Thomaz (1989), por sua vez, reafirma que "além do mais, caso se consiga um método aparentemente eficiente, com selantes flexível, por exemplo, este poderá constituir-se numa simples maquiagem, encobrindo evoluções perigosas para a segurança do edifício" (p. 159). Portanto, o reparo somente poderá ocorrer quando houver garantia de que a estrutura está estável, então, pode-se adotar a primeira solução citada sem adição de aditivos à argamassa (para que haja novo aviso caso a estrutura volte a se movimentar). No caso de paredes em alvenaria portante, paredes que resistem às sobrecargas da cobertura e dos forros pela ausência de estrutura, pode-se adotar a primeira solução acima citada acrescida de grampos, ou costuras. Grampos são rasgos transversais às trincas no qual se aloja uma barra de aço com comprimento necessário à sua ancoragem e preenchida com graute.

O último problema patológico de trincas relacionado à movimentação da estrutura, é aquele em que as trincas ocorrem próximas às juntas de dilatação. Junta de dilação é um elemento construtivo que têm a função de: dividir a estrutura de uma edificação em estruturas menores para diminuir os efeitos de dilatação e retração (quanto menor a estrutura, menor será a dilatação ou retração); e impedir que a deformação de uma estrutura seja transferida à outra. Dessa maneira, quando o preenchimento desta junta não possui elasticidade adequada ou não existe espaço entre as estruturas, o problema surge. Para correção deste problema, os materiais que preenchem a junta deverão ser retirados ou deve-se criar espaço quando não houver e preenchê-lo com material elástico que permita as movimentações de dilatação e retração das estruturas.

Relacionado a concentrações de tensões, as trincas nas quinas de aberturas de paredes podem ser evitadas quando se adota vergas, na face superior da abertura, e contravergas, na face inferior da abertura, que sejam eficientes em distribuir as tensões nas paredes ao lado das aberturas e assim evitar concentrações de tensões que promovem rupturas localizadas (fissuras e trincas). Quando estas vergas ou contravergas inexistem ou são ineficientes (comprimento insuficiente), deve-se instalar uma nova ou substituir aquela ineficiente, no caso de verga, a parede sobre a abertura deve ser escorada antes de se instalar a verga nova ou substituir a existente.

Finalizando a proposição de soluções para problemas patológicos relacionados às trincas, a recuperação ideal da manifestação patológica de retração de argamassa (fissuras mapeadas) e sua degradação (destacamento da pintura) é a retirada total do revestimento e reexecutá-lo cuidadosamente para evitar o erro inicial, ou seja, executá-lo em um período de temperatura amena para que não haja nova perda de água antes da cura completa deste reboco (a posição da edificação favorece a incidência direta do sol que aquece a argamassa e evapora sua água), resultando em um reparo de alto custo.

6.2 Soluções para problemas patológicos relacionados à água

A eflorescência poderia ser evitada ao impermeabilizar os elementos de fundação, a parede e seu revestimento até a altura de um metro acima do solo. Adicionalmente à esta prevenção, recomenda-se o uso de: cimento Portland Pozolâmico (CP-IV) por produzir argamassas menos porosas; ou cimento Portland de alto forno (CP-III) por produzir argamassas com baixa concentração de hidróxido de cálcio. Por outro lado, a solução corretiva é a remoção do revestimento, do piso até um metro de altura, para aplicação de um novo revestimento com tratamento impermeabilizante no caso de uma manifestação patológica leve e em casos extremos, deve-se optar pela retirada escalonada (a cada metro de alvenaria) da primeira fiada da parede, impermeabilização do topo da fundação e posterior revestimento com argamassa impermeabilizante.

ISBN 978-65-86819-05-2

A falha na impermeabilização entre o caixilho e parede é a causa de aparecimento de umidade no entorno ou abaixo de janelas que poderia ser evitada com o requadro em esquadro do revestimento da abertura na parede e com geometria adequada e ajustada para o tipo de caixilho e este, por sua vez, deveria ser projetado para ser estanque, inclusive na sua fixação à parede. Esta manifestação patológica poderia ser evitada também na etapa de projeto, especificando e detalhando os caixilhos, e na etapa de planejamento, organizando o cronograma de modo a priorizar atenção na execução. Para sua correção, é necessário que o revestimento no contorno do caixilho seja limpo para que a aplicação de um impermeabilizante, a base de silicone por exemplo, possa se alojar entre o revestimento e o caixilho. Este impermeabilizante deve ser flexível e possuir boa aderência aos materiais do caixilho e do revestimento.

Projeto com dimensionamento e especificação ineficazes ou inexistentes, execução inadequada ou incorreta, e manutenção insuficiente são as principais origens das falhas de calhas e rufos, ocasionando danos em mais de um componente: pintura de parede devido às manchas de água escorrida; revestimento em argamassa devido ao mofo e limo, e deterioração de forros. Para corrigir tais falhas, é necessário: instalar novas calhas e rufos redimensionados, com especificação de espessura de material e de proteção (galvanização) adequado à agressividade da região, e com inclinações adequadas e com vedação perfeita entre elementos; e adotar rotina de limpeza e poda de árvores adequada à cada caso.

Um problema patológico simples é o empoçamento de água em pisos cuja prevenção é adotar inclinações adequadas em projeto e treinar a mão de obra operacional. Contudo, a solução é dispendiosa, pois demanda a demolição total ou parcial do piso para então refazê-lo com inclinações adequadas e superfície plana.

E, por fim, o vazamento ou infiltração em coberturas que geralmente é um problema simples causado por telhas defeituosas (quebradas, rasgadas ou sem recobrimento adequado). A solução também é simples: adotar rotina de inspeção dos telhados para detecção e troca de telhas defeituosas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações detalhadas sobre o histórico de construção e de uso de cada edificação, organizadas e tradas pelo método de Lichtenstein (1986), foram imprescindíveis para a compreensão de cada problema patológico e, principalmente, propor soluções preventivas e corretivas. O método de Lichtenstein (1986) também determinou as ações para busca de conhecimento que esclareceram as causas de cada manifestação patológica. Além disso, a evolução deste trabalho deixou claro que o conhecimento nas diversas áreas da construção civil é condição básica e facilitadora para o correto diagnóstico e proposições assertivas de intervenções preventivas e corretivas, uma vez que os problemas patológicos complexos necessitam de estudos aprofundados de profissionais especializados para propor soluções e elaborar relatórios técnicos.

À época das vistorias, maio de 2017, as edificações eram relativamente novas, com idades entre dois e seis anos, e, portanto, a expectativa era encontrar pouca ou nenhuma manifestação patológica. Entretanto, foi observada a ocorrência de até sete tipos de manifestações patológicas num edifício com menos de quatro anos de idade.

Constatou-se também que as causas mais frequentes de problemas patológicos relacionados às trincas foram aquelas ligadas à movimentação da estrutura. O executor, por desconhecer o comportamento dos elementos construtivos, não reconhece a importância de se executar corretamente as amarrações, juntas de dilatação e encunhamento de paredes, negligenciando-as. Entretanto, este problema poderia ser menos frequente ao capacitar e treinar a mão de obra.

Além disso, o problema de flexão e fissura das paredes abaixo de janelas tem origem no projeto, pois a reação do solo não foi prevista para dimensionar adequadamente o baldrame e adotar procedimento construtivo adequado para evitar tal problema. Ou seja, a falta de compreensão do comportamento dos elementos construtivos também está presente no projeto elaborado por engenheiros que, teoricamente, possuem formação para compreendê-lo. Esta hipótese também explica a origem do problema fissura na parede acima da viga invertida da Biblioteca Central (tabela 2) devido à sua flexão.

No caso dos problemas vinculados à presença indesejada de água, as causas mais frequentes foram aquelas associadas aos problemas no telhado (vazamentos no telhado e falhas nas calhas ou rufos), seguidos pelas falhas de impermeabilização de fundação e vedação de caixilhos. Então, os projetos devem dimensionar, detalhar e especificar corretamente os elementos do telhado, principalmente as calhas e rufos. Se possível evitar o uso de calhas, pois demandam de manutenção e são frequentes as falhas nestes elementos. Da mesma forma, os projetos devem detalhar e especificar materiais e métodos construtivos das impermeabilizações e vedações enfatizando sua execução cuidadosa. Embora melhorar os projetos ajuda a evitar tais problemas, nota-se que eles se originam na fabricação ou instalação. Ou seja, a origem destes problemas está na mão de obra, portanto, a capacitação e treinamento se fazem novamente importantes.

ISBN 978-65-86819-05-2

Sendo o vício de obra a principal origem dos problemas patológicos, torna-se imprescindível concentrar esforços para que a mão de obra seja capacitada e treinada. Capaz de compreender os problemas, a mão de obra será capaz de prevê-los e, consequentemente, adotar os procedimentos que os eliminem. Além de evitar problemas patológicos, mão de obra capacitada e treinada reduzem os custos de execução ao evitar correções, refazimentos, reparos e restauros.

Os projetos, que são a segunda origem mais frequentes, também serão aprimorados por meio da formação aprofundada de projetistas que serão capazes de prever os problemas patológicos e, consequentemente, procedimentos e soluções que os evitem serão adotados. Projetos melhores, com detalhamento claro e preciso dos elementos e seus procedimentos construtivos, também reduzem o custo de construção ao evitar equívocos e consequente correção e refazimento.

Em suma, mão de obra capacitada e melhores projetos impactarão positivamente na qualidade e no custo das edificações.

Portanto, faz-se notória a necessidade de os profissionais possuírem conhecimento técnico sobre patologias de edificações, entretanto, há um déficit de livros técnicos e os que existem são, em sua maioria, das décadas de 1980 e 1990. Livros como "Trincas em edifícios" (THOMAZ, 1989), que apresenta uma profunda abordagem do tema e proporciona a formação técnica do leitor, deveriam ser reeditados e atualizados para enriquecer a literatura sobre este assunto. Por outro lado, há uma vasta gama de dissertações e outras publicações científicas ou técnicas com temas relacionados à patologia das edificações, mas que são complementares à formação técnica proporcionadas pelos livros.

REFERÊNCIAS

ANTONIAZZI, J. P. **Patologia da construção: abordagem e diagnóstico.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/documentos/PROJETO_TCC_JULIANA.pdf>. Acesso em: 30 dez. de 2019.

BELÉM J. M. F. **Umidade nas edificações, causas, consequências e medidas preventivas.** 2011. 40 f. Monografia (Tecnólogo em Construção Civil – Habilitação em Edifícios) - Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, CE, 2011. Disponível em: <http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=tcc_de_jose_marcondes.pdf> Acesso em: set. 2017.

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

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações:** São Paulo: Escola Politécnica da USP. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

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

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 Pesquisa Tecnológicas do Estado de são Paulo, Coletânea de Trabalhos da Divisão de edificações do IPT 1988. P.571-78.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** Belo Horizonte, 2008. Disponível em:<http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionadas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf> . Acesso em: 18 nov. 2017.

SUPLICY, G. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** 2012. 69f. dissertação - (Especialista em Construção Civis: Excelência Construtiva e Anomalias) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo – SP.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: PINI, 1989.194p.

VERÇOZA, Enio José. **Patologia das edificações.** 1° Edição - Porto Alegre: Sagra. 1991.