



Inspeção Predial: Nova Câmara Municipal de Vereadores da cidade de Criciúma - SC

Giovanni Ceratti (1), Evelise Chemale Zancan (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1) giovanni_ceratti@hotmail.com, (2) ecz@unescc.net

Resumo: A Inspeção Predial é uma ferramenta da Engenharia Diagnóstica que analisa tecnicamente as manifestações de patologia encontradas numa edificação. O objetivo deste trabalho é inspecionar os sistemas construtivos do prédio da futura sede da Câmara de Vereadores da cidade de Criciúma, SC. Os procedimentos de análise foram realizados com base em uma lista de checagem e posteriormente elaborou-se a matriz de gravidade, urgência e tendência. As principais manifestações de patologia identificadas, diagnosticadas e indicadas a recuperação foram: trincas estruturais, carbonatação e corrosão das armaduras. Observou-se que o prédio inspecionado encontra-se em bom estado de conservação, apesar das manifestações de patologia e espera-se que os resultados da matriz sejam considerados no orçamento do edital de licitação para a reforma da futura Câmara de Vereadores de Criciúma.

Palavras-chave: inspeção predial, manifestações de patologia, recuperação.

Building Inspection: New Municipal Council of Criciúma – SC

Abstract: Building Inspection is a Diagnostic Engineering tool that technically analyzes the pathology manifestations found in a building. The objective of this paper is to inspect the building systems of the building of the future headquarters of the City Council of Criciúma, SC. The analysis procedures were performed based on a checklist and subsequently the gravity, urgency and trend matrix was elaborated. The main pathology manifestations identified, diagnosed and indicated recovery were: structural cracks, carbonation and reinforcement corrosion. It was observed that the inspected building is in a good condition, despite the pathology manifestations and it is expected that the results of the matrix will be considered in the budget of the bidding process for the reform of the future Criciúma City Council.

Key-words: building inspection, pathology manifestations, recovery.

Introdução

A engenharia acompanha a evolução da humanidade desde o início desta, sendo presença em variados setores da economia, gerando diversos empregos, definindo muitas vezes a situação econômica de um país.

Dentre as engenharias existentes, a engenharia civil chama atenção por estar presente a todo instante em nossas vidas, seja através dos mais altos edifícios construídos, pelas mais belas obras de arte ou por uma simples residência.

Com a evolução tecnológica dos materiais de construção, das técnicas de projeto e execução, os edifícios se tornaram mais leves, com componentes estruturais mais esbeltos e mais solicitados. As conjunturas econômicas fizeram com que as obras fossem conduzidas com grande velocidade e poucos rigores no controle de materiais e serviços. Esses fatos em conjunto, têm provocado a queda gradativa da qualidade das nossas construções, até o ponto de encontrarem-se edifícios que, nem tendo sido ocupados, já estão virtualmente condenados (SILVA E JANOV, 2018).

Segundo Nazário e Zancan (2011) a palavra patologia tem origem grega, *phatos* significa sofrimento, doença, e *logia* é a ciência e o estudo. Sendo assim, pode-se definir a palavra como a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças.

Na construção civil os primeiros indícios de que há alguma “doença” na edificação são vistos através das manifestações de patologia, que Helene et al. (2019, p.32) define como “os defeitos, falhas e danos observados nas construções, por exemplo, uma fissura ou um manchamento de elemento estrutural”.

De forma a combater estas manifestações de patologias encontradas nas edificações, criou-se o termo Engenharia Diagnóstica em Edificações, a qual, segundo Gomide et al. (2009, p.19), “é a arte de criar ações proativas, por meio dos diagnósticos, prognósticos e prescrições técnicas, visando a qualidade total”.

Neste âmbito da Engenharia Diagnóstica, a Norma de Inspeção Predial do IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia) de 2012, define o termo Inspeção Predial como a avaliação isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação.

Para uma melhor análise técnica de manifestações de patologia encontradas nas edificações, pode-se classificá-las de acordo com sua origem, diferenciando-as entre anomalia ou falha.

Segundo Pujadas (2007), falha vincula-se a problemas decorrentes de serviços de manutenção e operação das edificações e anomalia é o desvio da normalidade, caracterizando uma irregularidade ou ainda apresentada na forma de sintoma, lesão, defeito ou manifestação patológica.

Neves e Branco (2009) classificam as anomalias como: endógenas (provenientes de vícios de projeto, materiais e execução), exógenas (decorrentes de danos causados por terceiros), naturais (oriundas de danos causados pela natureza) e funcionais (provenientes do uso inadequado e da degradação). As falhas podem ser classificadas como: de planejamento (decorrentes de falhas do plano e programa), de execução (oriundas dos procedimentos e insumos), operacionais (provenientes dos registros e controles técnicos) e gerenciais (devido a desvios de qualidade e custos).

Carvalho e Almeida (2017) indicam que o inspetor deve elaborar uma lista de verificação dos sistemas e subsistemas construtivos, adequando-a a complexidade da edificação. Os itens da lista serão, portanto, os tópicos inspecionados.

A Norma de Inspeção Predial do IBAPE (2012) recomenda que a vistoria na inspeção predial contemple os seguintes sistemas construtivos e seus elementos: estrutura, impermeabilização, instalações hidráulicas e elétricas, revestimentos externos em geral, esquadrias, revestimentos internos, elevadores, climatização, exaustão mecânica, ventilação, coberturas, telhados, combate a incêndio e o sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA).

Os sistemas estrutural, de vedação, revestimentos e de pintura estão suscetíveis ao aparecimento de várias manifestações de patologia, dentre as principais pode-se citar fissuras, trincas e rachaduras. Não há uma definição unânime para estas manifestações de patologia, sendo assim, a Tabela 1 apresenta algumas descrições para as mesmas.

Tabela 1. Definições para fissuras, trincas, rachaduras e fendas

Manifestação de patologia	NBR 15575-2013	Siqueira (2012)
Fissuras	Seccionamento na superfície ou em toda seção transversal de um componente, com abertura capilar, provocado por tensões normais ou tangenciais.	Aberturas com espessura inferior a 0,5 mm
Trincas	Expressão coloquial qualitativa aplicável a fissuras com abertura maior ou igual a 0,6 mm	Aberturas com espessura entre 0,5 mm e 1,0 mm
Rachaduras	Não apresenta definição	Aberturas com espessura entre 1,0 mm e 1,5 mm
Fendas	Não apresenta definição	Aberturas com espessura superior a 1,5 mm

Uma das possíveis causas que originam estes tipos de manifestações de patologia é a dilatação térmica, a qual, Sá (2016) define como o aumento nas dimensões de um corpo, através do afastamento de suas moléculas, ocasionado pelo aumento da temperatura deste corpo.

Ainda com relação aos sistemas estrutural e de vedação, pode-se citar a desagregação do concreto, a eflorescência, a carbonatação e a corrosão como outras manifestações de patologia.

Souza e Ripper (1998, p. 71) entendem que desagregação do concreto “é a própria separação física de placas ou fatias do concreto, com perda de monolitismo e, na maioria das vezes, perda também da capacidade de engrenamento entre os agregados e da função ligante do cimento”.

Santos e Silva Filho (2008), definem eflorescência como depósitos cristalinos de cor branca que surgem na superfície do revestimento, como piso (cerâmicos ou não), paredes e tetos, resultantes da migração e posterior evaporação de soluções aquosas salinizadas.

Um dos mecanismos que permite a ocorrência de corrosão nas armaduras é a carbonatação, a qual, Rocha (2015) descreve como uma reação entre o dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e os produtos gerados durante a hidratação do cimento.

Ainda segundo Rocha, o dióxido de carbono penetra nos poros do concreto através de difusão e reage com o hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) no interior do concreto, resultando na formação de carbonato de cálcio (CaCO₃) e reduzindo o pH do concreto a valores inferiores a 9, o que leva a consequente perda da película passivante que protege as armaduras.

Gentil (2003) define a corrosão como a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente aliada ou não a esforços mecânicos.

Polito (2006) define a corrosão por ação química como a corrosão seca ou oxidação, ocorrendo por uma reação gás-metal e forma uma película de óxido. É um processo extremamente lento e não provoca deterioração substancial das superfícies metálicas, exceto se existirem gases extremamente agressivos na atmosfera.

Ainda segundo Polito, a corrosão eletroquímica ou em meio aquoso é resultado da formação de uma célula de corrosão, com eletrólito e diferença de potencial entre pontos da superfície.

Um dos maiores facilitadores para que estes fenômenos patológicos aconteçam é a presença de água. Felizardo (2013) ressalta que a exemplo dos projetos de instalações hidráulica e elétrica, um projeto de construção civil deve ser composto igualmente de um projeto de impermeabilização.

A NBR 9575-2003 (p. 3) define impermeabilização como “o produto resultante de um conjunto de componentes e elementos construtivos (serviços) que objetivam proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade; produto (conjunto de componentes ou o elemento) resultante destes serviços. Geralmente a impermeabilização é composta de um conjunto de camadas, com funções específicas.

Righi (2009) alega que a impermeabilização é de fundamental importância na durabilidade das construções, pois os agentes trazidos pela água e os poluentes existentes no ar causam danos irreversíveis a estrutura e prejuízos financeiros difíceis de serem contornados.

Carvalho e Almeida (2017) destacam que após o levantamento das anomalias e falhas, torna-se necessário priorizar as ações corretivas para melhor aproveitamento dos recursos e diminuição dos impactos de redução do desempenho.

A Norma de Inspeção Predial do IBAPE (2012) sugere que sejam definidas as prioridades em uma futura recuperação, recomendando que sejam dispostas em ordem decrescente quanto ao grau de risco e intensidade das anomalias e falhas, apurada através de metodologias técnicas apropriadas como GUT (ferramenta de “gerenciamento de risco” através da metodologia de Gravidade, Urgência e Tendência), ou ainda, pela listagem de criticidade decorrente da Inspeção Predial.

Seleme e Stadler (2010) definem que na matriz GUT, a gravidade diz respeito à importância do problema examinado em relação a outros apresentados; a urgência implica a ideia de quão importante é a ação temporal; a tendência indica o sentido da gravidade do problema, se ele tende a crescer ou a diminuir com a ação do tempo.

Ainda segundo Seleme e Stadler, a matriz GUT considera, além da gravidade do problema, da urgência na tomada de ações e da tendência delineada, o relacionamento entre os três fatores de análise, caracterizando, assim, a matriz. A mesma estabelece pesos de acordo com o nível de importância de cada fator, permitindo que se possam dirigir ações para aqueles que mais impacto negativo terão.

Gomide, et al. (2009) propuseram a adaptação do método GUT conforme Tabela 2.

Tabela 2. Matriz GUT. (Fonte: Gomide, et al., 2009)

Grau	Gravidade	Peso
Total	Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou do próprio edifício	10
Alta	Ferimento em pessoas, danos ao meio ambiente ou ao edifício	8
Média	Desconfortos, deterioração do meio ambiente ou do edifício	6
Baixa	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros	3
Nenhuma		1
Grau	Urgência	Peso
Total	Evento em ocorrência	10
Alta	Eventos prestes a ocorrer	8
Média	Evento prognosticado para breve	6
Baixa	Evento prognosticado para adiante	3
Nenhuma	Evento imprevisto	1
Grau	Tendência	Peso
Total	Evolução imediata	10
Alta	Evolução em curto prazo	8
Média	Evolução em médio prazo	6
Baixa	Evolução em longo prazo	3
Nenhuma	Não vai evoluir	1

Para uma manifestação de patologia que a gravidade impõe a possibilidade de perda de vidas humanas, do meio ambiente ou do próprio edifício, o peso atribuído é de 10 (valor máximo). Caso o evento esteja em ocorrência, também lhe é atribuído peso 10 com relação a urgência e, se a tendência do problema é de evolução imediata, é atribuído peso 10 a este item também. Multiplicando estes valores, o resultado da GUT deste exemplo de manifestação de patologia seria 1000.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é inspecionar o prédio que futuramente sediará a Câmara Municipal de Vereadores da cidade de Criciúma/SC. Por se tratar de uma edificação

pública, esta ordenação dos danos prioritários torna-se essencial para uma melhor utilização dos recursos disponíveis.

Identificou-se as principais manifestações de patologias mediante a GUT, descrevendo o diagnóstico e indicando uma possível forma de recuperação.

Materiais e métodos

A edificação inspecionada localiza-se na Rua Palestina, no bairro Santa Bárbara em Criciúma, SC. A edificação possui 633,15 m², sendo 343,85 m² no pavimento térreo e 289,30 m² no pavimento superior, em um terreno com 6.000,00 m².

A edificação faz parte do complexo do Parque Centenário e fica próxima à sede da Prefeitura Municipal de Criciúma, conforme figura 1.



Figura 1. Fachadas: (a) principal, (b) lateral direita, (c) fundos, (d) lateral esquerda

A edificação inicialmente sediou o 12º Tribunal Regional do Trabalho, posteriormente, por um breve período, sediou o Ministério Público do Trabalho e a Secretaria Municipal de Educação da cidade. Atualmente, a mesma encontra-se desocupada há quase dois anos e sofreu diversas depredações e ocupações de moradores de rua ao longo do tempo. Observou-se na vistoria que esquadrias e fiações elétricas haviam sido furtadas.

A documentação inicial, referente a Licença de Construção, ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), Projeto Arquitetônico digitalizado e Memorial Descritivo foram fornecidos pela Prefeitura Municipal de Criciúma.

A licença de construção do prédio foi expedida no dia 28 de dezembro de 1990, sendo o mesmo oficialmente atestado como apto a ser habitado a partir do dia 16 de janeiro de 1992, após ter seu alvará de uso (Habite-se) expedido pela prefeitura.

O projeto estrutural não estava disponível nos arquivos da prefeitura, porém, após verificada a responsabilidade de execução da obra, pela Construtora Camilloti, de Joinville, SC, contatou-se a empresa e a mesma forneceu o projeto estrutural.

Para a realização da vistoria elaborou-se uma lista de checagem contemplando os sistemas construtivos existentes na edificação, sendo eles: sistema estrutural, sistema de vedação e revestimento, sistema de pisos e rodapés, sistema de forro, sistema de esquadrias e sistema elétrico.

Cada sistema construtivo possui suas próprias categorias de manifestações de patologia. Citando como exemplo o sistema de vedação e revestimento, temos: fissuras, trincas e rachaduras; destacamento, desagregação e deslocamento do reboco; descascamento, bolhas, enrugamento da pintura; eflorescência, manchas de mofo ou bolor; infiltração; e por último a categoria “outros”, caso fosse encontrada alguma manifestação de patologia que não pudesse ser enquadrada nas categorias anteriores.

Na lista de checagem ainda constam as seguintes informações: responsável pela inspeção, data da inspeção, setor, pavimento e a coluna “número de fotos e observações”. Para uma melhor visualização, elaborou-se um recorte da lista de checagem dos sistemas construtivos estrutural e de vedação/revestimento, conforme figura 2.



LISTA DE CHECAGEM - INSPEÇÃO PREDIAL			
RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO:			
DATA DA INSPEÇÃO:			
FUTURA CÂMARA MUNICIPAL DE VEREADORES DE CRICIÚMA - SC			
SETOR:		PAVIMENTO:	
SISTEMA CONSTRUTIVO			
1. ESTRUTURA	SIM	NÃO	Nº FOTOS E OBSERVAÇÕES
1.1. FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS			
1.2. DESTACAMENTO, DESAGREGAÇÃO E DESPLACAMENTO			
1.3. PEÇA ESTRUTURAL COM DEFORMAÇÃO EXCESSIVA			
1.4. EFLORESCÊNCIA / LIXIVIAÇÃO / INFILTRAÇÃO.			
1.5. OUTROS			
2. VEDAÇÃO E REVESTIMENTO	SIM	NÃO	Nº FOTOS E OBSERVAÇÕES
2.1. FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS			
2.2. DESTACAMENTO, DESAGREGAÇÃO E DESPLACAMENTO DO REBOCO			
2.3. DESCASCAMENTO / BOLHAS / ENRUGAMENTO DA PINTURA			
2.4. EFLORESCÊNCIA / MANCHAS DE MOFO / BOLOR			
2.5. INFILTRAÇÃO			
2.6. OUTROS			

Figura 2. Lista de checagem utilizada na vistoria

Além desta lista de checagem, utilizou-se a planta baixa e fotos para uma melhor identificação das manifestações de patologia encontradas.

Dividiu-se a edificação em 27 setores e 4 fachadas para facilitar as rotas da inspeção propriamente dita. Nomeou-se cada foto, de acordo com o número do setor para o registro e indicação no compartimento na planta baixa. Esse mapeamento das manifestações de patologia facilitou a identificação das falhas e anomalias. Exemplificou-se como foram apontados os registros, mediante a lista de checagem ou *checklist*, numeração do setor, identificação na planta baixa e a respectiva foto, conforme figura 3.

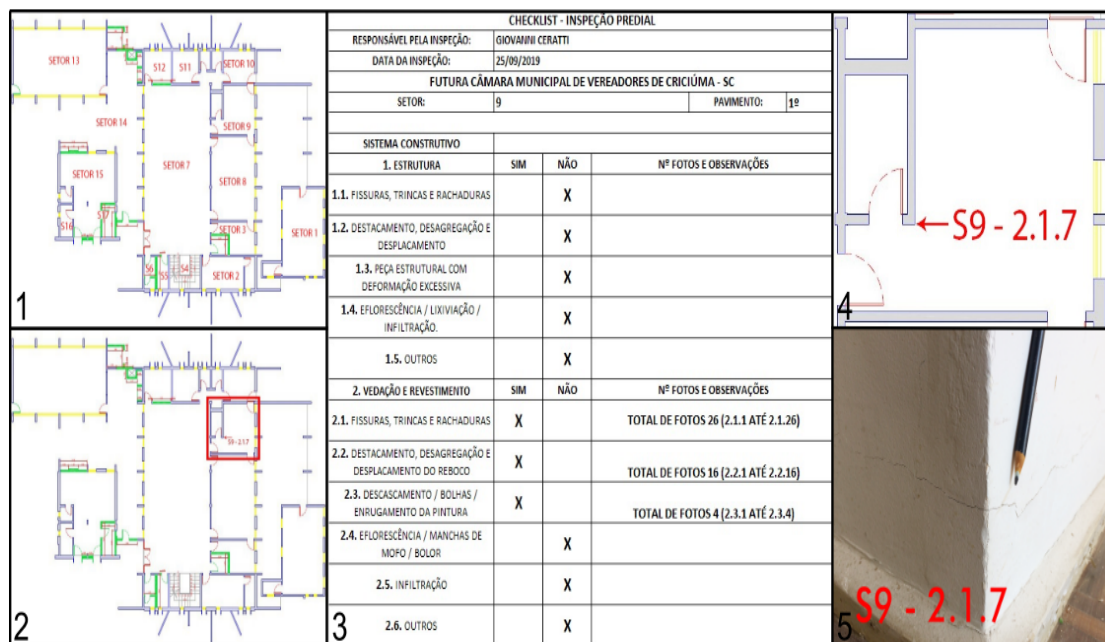


Figura 3. Método utilizado para a inspeção predial e demarcação das fotos

Na Tabela 3 apresentou-se o passo a passo realizado para identificação dessa manifestação de patologia.

Tabela 3. Passo a passo da realização da vistoria

Etapa	Procedimento efetuado
1	Separação da planta baixa em setores
2	Indicação do setor 9 (antigo gabinete de juiz e seu respectivo BWC)
3	Parte da lista de checagem do setor 9 (sistemas estrutural e de vedação/revestimento)
4	Planta baixa ampliada do setor 9 indicando a localização da manifestação de patologia registrada na foto 2.1.7
5	Foto indicando a manifestação de patologia

No exemplo S9 – 2.1.7, o “S9” indicou-se o número do Setor 9; o número 2 corresponde ao sistema construtivo de vedação e revestimento; o número 1 representou-se a categoria da manifestação que neste caso se trata de uma trinca; e o número 7 indicou-se a sétima foto de manifestação do tipo trinca encontrada neste tipo de sistema (de vedação e revestimento). Essa numeração foi baseada na ordem estabelecida na lista de checagem.

Para uma melhor medição e verificação das manifestações de patologia, utilizou-se alguns equipamentos comumente utilizados em inspeções prediais, sendo eles: fissurômetro, *scanner* para identificação do aço, paquímetro digital, fenoltaleína, martetele rompedor manual e martelo. Além destes equipamentos, foi realizado um voo de drone para um melhor reconhecimento das fachadas e cobertura.

Com o auxílio da matriz GUT, foram analisadas as manifestações de patologia prioritárias em uma futura recuperação.

A primeira tratou-se de uma trinca horizontal encontrada em um pilar, conforme figura 4.

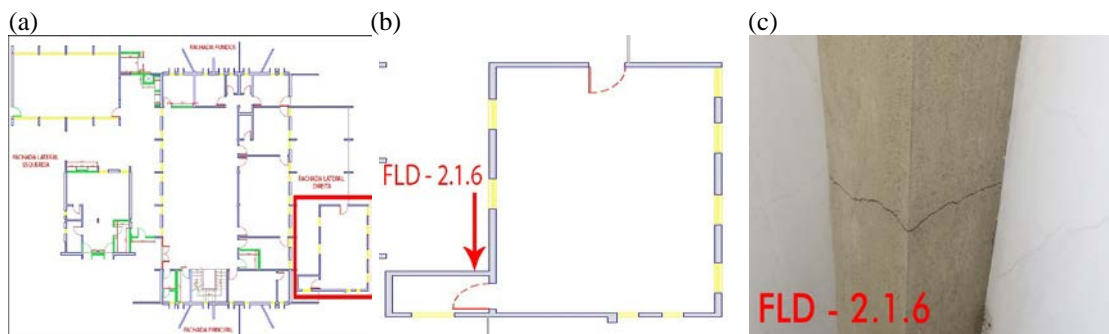


Figura 4. Trinca horizontal: (a) planta baixa do pavimento térreo, (b) planta baixa ampliada indicando onde a manifestação de patologia se encontra, (c) foto da manifestação de patologia

Durante a identificação da trinca descartou-se a possibilidade deste elemento ser um pilar de concreto armado, conforme figura 5.



Figura 5: Análise da trinca.

Na Tabela 4 apresentou-se o passo a passo realizado para identificação dessa manifestação de patologia.

Tabela 4. Passo a passo da análise relacionada a trinca horizontal encontrada

Etapa	Procedimento efetuado
1	Medição da espessura da trinca (1,5 mm)
2	Verificação da inexistência de aço na estrutura
3	Apicoamento da estrutura para confirmar a existência ou não da presença de aço
4	Identificação geral da estrutura, vista do pavimento superior
5 e 6	Verificação da existência de um tubo de queda pluvial na parte superior da calha de cobertura

Conforme o memorial descritivo, as fachadas da edificação apresentam uma harmonia estética arquitetônica com as demais edificações do Parque Centenário, sendo assim, observou-se que as aletas de concreto armado nos vãos das janelas possuíam a função de *brise-soleil*.

Na maioria das aletas, observou-se armadura exposta e desagregação do concreto na parte inferior, conforme figura 6.

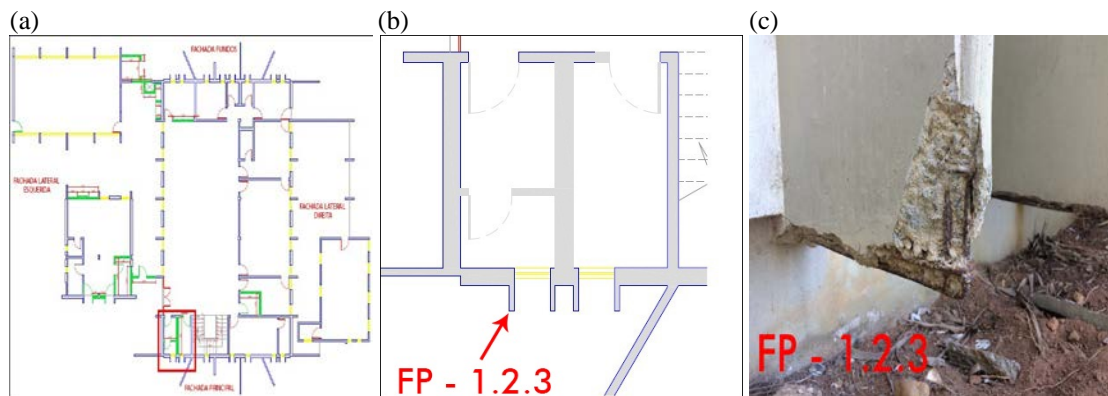


Figura 6. Armadura exposta na fachada principal: (a) planta baixa pavimento térreo, (b) planta baixa ampliada indicando onde a manifestação de patologia se encontra, (c) foto da manifestação de patologia

Na exposição das armaduras das aletas verificou-se à corrosão com o uso da substância de fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄). Esta substância quando espargida sobre o concreto, apresentou a coloração rosada, significando que o pH (Potencial de Hidrogênio) igual ou maior que 9, indicando que não houve a carbonatação, ou seja, o concreto está cumprindo com a função de proteger a armadura. Porém, se a área do concreto permaneceu incolor, o mesmo sofreu carbonatação. Na figura 7 identificou-se o teste de carbonatação realizado.



Figura 7. Teste de carbonatação

Na Tabela 5 apresentou-se o passo a passo realizado para identificação dessa manifestação de patologia.

Tabela 5. Passo a passo da análise relacionada a exposição da armadura nas aletas

Etapa	Procedimento efetuado
1	Aleta de concreto com armadura exposta
2	1ª escarificação da aleta a 40 cm de distância da armadura exposta
3	2ª escarificação da aleta a 10 cm de distância da armadura exposta
4	3ª escarificação da aleta a 5 cm de distância da armadura exposta
5	Ligação entre a 3ª escarificação e o início da exposição da armadura
6	Escarificação da parte de trás da aleta

O teste ilustrado na figura 7 e tabela 5 foi realizado na fachada principal, porém, realizou-se o mesmo procedimento na fachada fundos, a qual também possui aletas com armadura exposta.

Observou-se na cobertura do prédio com formato geométrico triangular a manifestação de patologia do tipo trinca, no beiral, conforme figura 8.

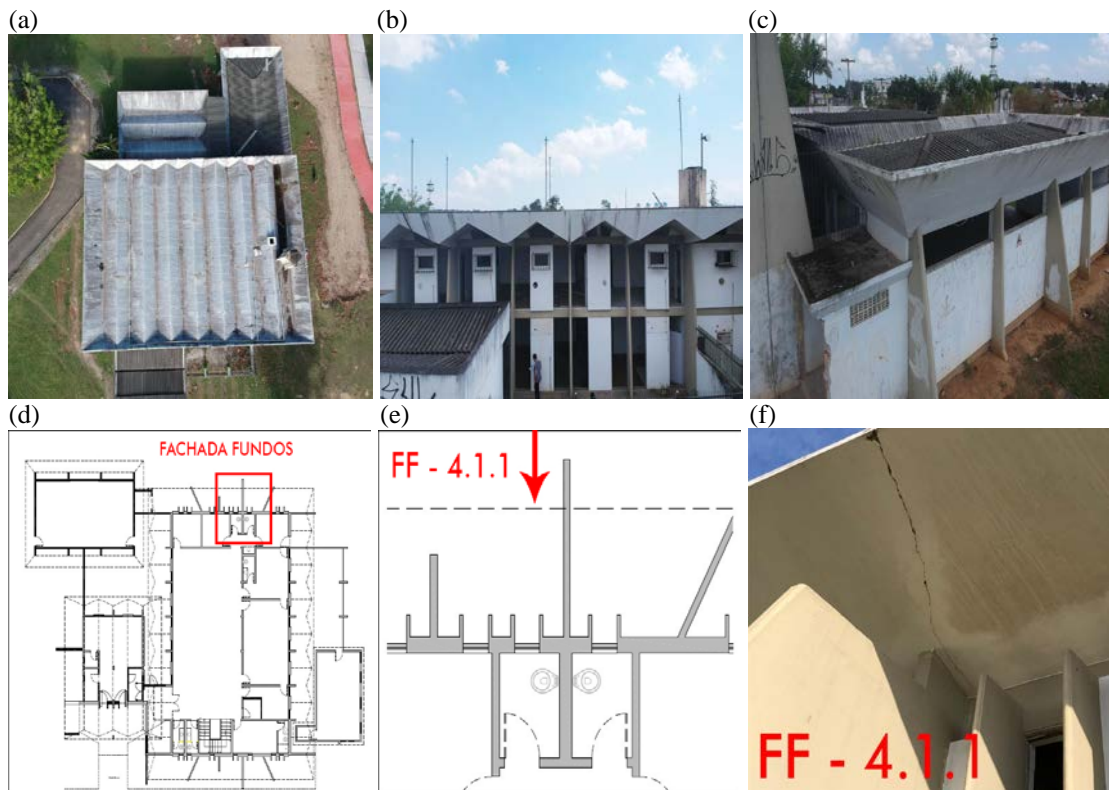


Figura 8. Trinca no beiral: (a) vista superior da edificação, (b) vista da fachada lateral direita, (c) vista de uma parte da fachada fundos, (d) planta baixa do pavimento térreo, (e) planta baixa ampliada indicando onde a manifestação de patologia se encontra, (f) foto da manifestação de patologia

Inicialmente identificou-se esta trinca pelas imagens de aproximação do drone. Para o diagnóstico dela, devido à dificuldade para quantificar a sua abertura, necessitou-se o acesso à cobertura por um alçapão existente no último pavimento. Cumpre-se ressaltar que a cobertura da edificação em concreto armado, apresenta uma manta impermeabilizada a base de polietileno de asfalto.

Para verificação se a trinca da parte inferior do beiral era passante ou não, bem como a sua abertura e tamanho, removeu-se, manualmente, parte da manta de impermeabilização na cobertura. Após a remoção da manta, constatou-se que a trinca era existente em ambas as faces, inferior e superior. A medição da trinca foi realizada na parte superior do beiral e com o auxílio do paquímetro digital mediu-se a abertura da mesma, em torno de 2,68 mm, conforme figura 9.



Figura 9. Acesso a cobertura e verificação da espessura e tipo de trinca

Na Tabela 6 apresentou-se o passo a passo realizado para identificação dessa manifestação de patologia.

Tabela 6. Passo a passo do acesso a cobertura e verificação da espessura e tipo de trinca

Etapa	Procedimento efetuado
1	Planta baixa do pavimento superior
2	Planta baixa do setor 25 (antiga copa do pav. superior) e indicação do alçapão
3	Imagem do alçapão visto da laje de cobertura
4	Medição da espessura da trinca com o paquímetro digital (2,68 mm)
5	As setas indicam o caminho da trinca passante
6	Vista inferior da trinca

Com intuito de identificar a possível causa desta trinca, verificou-se como as cargas da caixa d'água afetam a estrutura da edificação, conforme figura 10.

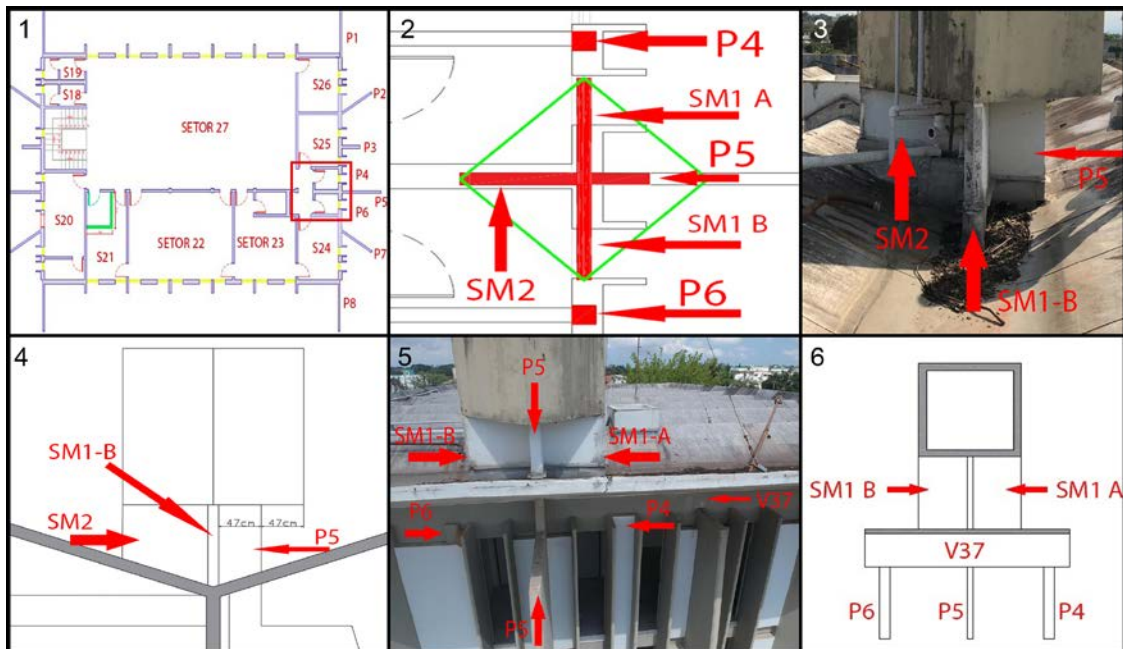


Figura 10. Análise do descarregamento da carga da caixa d'água

Na Tabela 7 apresentou-se quais elementos da estrutura do prédio suportam as cargas da caixa d'água.

Tabela 7. Passo a passo do descarregamento da carga da caixa d'água

Etapa	Peça estrutural
1	Planta baixa do pavimento superior e demarcação da localização da caixa d'água
2	Vista em planta baixa das vigas SM1 A e B, SM2 e dos pilares P4, P5 e P6 em vermelho e projeção da caixa d'água em verde
3	Imagem das vigas SM1 B e SM2 e do pilar P5
4	Vista em corte das vigas SM1 B e SM2 e do pilar P5, mostrando que a caixa d'água fica 47 cm em balanço
5	Imagem das vigas SM1 A e B e V37 e dos pilares P4, P5 e P6
6	Vista em corte das vigas SM1 A e B e V37 e dos pilares P4, P5 e P6

Inicialmente, no esquema estrutural observado *in loco* e compatibilizado com o projeto, identificou-se que as vigas SM1 A e B, SM2 e o pilar P5 recebem as cargas provenientes da caixa d'água. A caixa d'água está 47 cm em balanço e apoiada no pilar P5 cuja largura no topo é de 47 cm, conforme imagem da etapa 3. O referido pilar P5 nasceu no pavimento térreo com uma forma geométrica trapezoidal, harmonizado arquitetonicamente com os demais pilares das fachadas. Identificou-se que somente o pilar P5 foi executado até a caixa d'água.

Com relação às vigas, identificou-se que o carregamento da SM1 A e B descarregam na viga V37 e a SM2 descarrega na laje da cobertura, que também descarrega na V37. A viga V37 é aparente e contínua ao longo da fachada fundos descarregando suas reações nos pilares P1 ao P8.

De acordo com o projeto estrutural disponibilizado pela Construtora Camilotti, as dimensões dos elementos estruturais, resistência característica e cobrimento, são apresentados conforme Tabela 8.

Tabela 8. Especificações utilizadas no projeto estrutural

Elemento estrutural	Seção (cm)	Comprimento (cm)	FCK (kgf/cm ²)	Cobrimento (cm)
VIGA SM1 A	12 x 105	100	150	2
VIGA SM1 B	12 x 105	100	150	2
VIGA SM2	12 x 62 / 100	94	150	2
VIGA V37	12 x 70	1691	150	2
PILARES P4 E P6	20 x 20	550	150	2
PILAR P5	12 x 47 / 305	720 / 145	150	2

Observou-se que a laje de cobertura possui uma impermeabilização danificada em alguns pontos. A impermeabilização, conforme memorial descritivo, foi executada uma manta flutuante a base de polietileno, soldada à fogo com espessura de 3 mm.

Resultados e discussões

Após a identificação das principais manifestações de patologia construtivas, no prédio da futura Câmara de Vereadores da Cidade de Criciúma, procurou-se diagnosticá-las para efeitos de recuperação das mesmas.

Cumprido salientar que a vistoria foi realizada em todos os setores do prédio, mas o diagnóstico das manifestações de patologia mais relevantes do ponto de vista da matriz GUT restringem-se: a trinca horizontal denominada FLD 2.1.6; armadura exposta das aletas de concreto armado denominada FP 1.2.3 e trinca no beiral denominada FF 4.1.1. Na Tabela 9 apresentou-se o resultado da matriz GUT destas manifestações de patologia citadas.

Tabela 9. Matriz GUT das manifestações de patologia destacadas no artigo

Manifestação de patologia	Gravidade	Urgência	Tendência	Total
Trinca horizontal (FLD 2.1.6)	3	10	1	30
Armadura exposta das aletas (FP 1.2.3)	6	10	3	180
Trinca no beiral (FF 4.1.1)	10	10	8	800

Inicialmente acreditava-se que a trinca horizontal FLD 2.1.6 tratava-se de uma trinca em um pilar de concreto armado. Com o uso do scanner não foi identificada a presença de barras de aço ao longo do elemento vertical com aparência de pilar. Nesse sentido, a investigação partiu-se para um apicoamento com ponteira e martelo, confirmando ser um pilar constituído somente de argamassa e sem aço para proteção do tubo de queda pluvial. Logo a recuperação passa por uma colocação de uma tela e o refazimento da argamassa.

Com relação a exposição das armaduras das aletas das fachadas, o teste aplicando a fenolftaleína resultou em carbonatação somente nas regiões onde o aço encontra-se exposto, ou seja, onde não há mais o recobrimento por parte do concreto. Nas regiões onde o concreto ainda recobre a armadura, a carbonatação não ocorreu, mantendo o aço seguro contra a corrosão.

Levando em consideração este fato, as armaduras expostas estão sofrendo corrosão devido à falta de recobrimento, o qual deixou de existir devido ao deslocamento do concreto que ocorre na parte inferior das aletas. Nas regiões onde encontrou-se a armadura protegida pelo recobrimento do concreto, não houve carbonatação e a armadura não sofreu corrosão.

Para a recuperação dessas barras corroídas, Resende (2018) indica que a primeira providência deve ser determinar a área a ser recuperada, posteriormente, a exposição de toda armadura corroída deve ser feita, removendo cerca de 2 cm de concreto da parte detrás das barras expostas. Outra medida é remover todo o concreto deteriorado até que se obtenha uma superfície de concreto sã e íntegra.

Resende ainda destaca que é imprescindível que todo o produto de corrosão aderido às superfícies das barras seja completamente retirado, sendo que, caso seja constatada uma redução de seção transversal da ordem de 15% a 25% da seção original da barra, é recomendável a execução do complemento de armadura. Após esta limpeza, é feita a passivação das barras, utilizando produtos à base de zinco e/ou cimentícios. Depois deste tratamento, recompõe-se a seção do elemento com produtos que atendam aos seguintes requisitos básicos: capacidade de aderência; possuir retração compensada; ter módulo de elasticidade compatível com o sistema

de reparo; possuir baixa permeabilidade; ter resistência mecânica compatível com a do elemento no qual irá atuar; ter suficiente resistência à agressividade do meio ambiente; ter suficiente resistência a ataques químicos.

Com relação a trinca do beiral denominada FF 4.1.1, a primeira hipótese considerada como a causa do aparecimento desta trinca relacionou-se com o projeto estrutural. Neste cenário, compatibilizou-se o projeto com a normativa da época (NB-1 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado) e verificou-se os cálculos do pilar P5 de acordo com as cargas atuantes da caixa d'água. Conforme relatado anteriormente, a trinca do beiral encontra-se próxima a caixa d'água e do pilar P5. Na Tabela 10 apresenta-se os cálculos efetuados, compatibilizados com o projeto estrutural disponibilizado.

Tabela 10. Verificação do cálculo estrutural

Elemento estrutural	Resistência a compressão (kgf)	Carga sobre o elemento (kgf)	Área de aço mínima requerida (cm ²)	Área de aço utilizada (cm ²)
Pilar P5	60.429	10.407	4,512	4,800

Conforme apresentado, conclui-se que o pilar P5 suporta as cargas solicitadas, descartando erros no projeto estrutural.

Outra hipótese considerada para a trinca no beiral, localizada na fachada norte da edificação, foram os efeitos da dilatação térmica, pois a fachada citada recebe a incidência do sol durante quase todo o período do dia, no entanto, a trinca apresentou-se única.

Nesse sentido, diagnosticou-se como causa provável da trinca no beiral o acúmulo de tensões no encontro entre o pilar P5 e a laje do beiral. A parte da laje do beiral em balanço tendeu a uma movimentação junto ao pilar P5, provocando uma concentração de tensões naquele ponto ocasionando a provável origem da trinca.

Outra causa provável correlacionou-se com o aumento de tensões internas devido a presença de corrosão nas barras de aço do topo do pilar P5, pressionando o concreto que recobre o pilar contra a laje do beiral.

Além do reparo na própria trinca em si, indicou-se a adição de barras de aço CA50 perpendiculares a trinca, reforçando a estrutura contra o acúmulo de tensões no local.

Conclusões

Ao inspecionar o Prédio da futura Câmara de Vereadores da cidade de Criciúma, SC construído na década de 90, imaginava-se que houvessem várias manifestações de patologia em sua estrutura, em face ao atendimento dos quesitos normativos da época, que hoje do ponto de vista do recobrimento e da resistência do concreto são mais rigorosos. Graças a Inspeção Predial atesta-se, de um modo geral um bom estado de conservação, porém, deva-se providenciar a recuperação das patologias construtivas no sentido de prolongar a vida útil do prédio.

Na edificação inspecionada, os objetivos propostos estão plenamente atendidos mediante a identificação e diagnóstico das manifestações recorrentes na construção civil, como por exemplo: trincas, fissuras mapeadas, descascamento da pintura, descolamento do piso, deslocamento do reboco, carbonatação, eflorescência, entre outras. Destaca-se a manifestação de patologia da trinca do beiral localizada na fachada fundos, a prioridade para o tratamento e recuperação por empresas especializadas de engenharia, bem como a carbonatação e corrosão das armaduras.

Acredita-se que os diagnósticos elaborados e a Matriz GUT sejam considerados nos orçamentos do edital de licitação, ora em elaboração pela Prefeitura de Criciúma, SC e que após a reforma seja elaborado um plano de manutenção e inspeções periódicas dos elementos construtivos da sede da futura Câmara de Vereadores, principalmente pelo grande número de pessoas que semanalmente deverá reunir nas sessões do legislativo.

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB-1:** Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674:** Manutenção de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575:** Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

CARVALHO, E. M.; ALMEIDA, L. S. **Check-list para inspeções prediais residenciais de múltiplos pavimentos: desenvolvimento aplicação.** Brasil, 2017. Disponível em: <<https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/096.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2019.

COSTA, A. dos S. **Inspeção predial: estudo de caso de um edifício residencial, Criciúma – SC.** 2012. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, SC.

FELIZARDO, H. **Projeto de sistema de impermeabilização de uma laje de cobertura.** 2013. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, SC.

GENTIL, V. **Corrosão.** 3ª ed, Rio de Janeiro: LTC, 2003. 370 p.

GOMIDE, T. L. F.; FAGUNDES NETO, J. C. P.; GULLO, M. A. **Engenharia Diagnóstica em Edificações.** São Paulo: PINI, 2009. 420 p.

GOMIDE, T. L. F.; PUJADAS, F. Z. A.; FAGUNDES NETO, J. C. P. **Técnicas de inspeção e manutenção predial.** São Paulo: PINI, 2006. 227 p.

HELENE, P. R. L.; TUTIKIAN, B. F.; BOLINA, F. L. **Patologia de estruturas.** São Paulo: Oficina de textos, 2019. 320 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial Nacional.** São Paulo, 2012.

MENDES, J. K. Inspeção Predial: reflexo de economia e segurança. **Revista Especialize Online IPOG**, Goiânia, 6.ed. v.1, n.6, dez. 2013. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n6-2013/inspecao-predial-reflexo-de-economia-e-seguranca/>. Acesso em: 07 de set. 2019.

MOLIN, D.C.C.D.; PAULETTI, C.; POSSAN, E. **Carbonatação acelerada: Estado da arte das pesquisas no Brasil.** Ambiente construído, Porto Alegre, v.7, nº 4, p.7-20, out/dez, 2007.

MOURA, G. H. M. **Diretrizes, roteiro e proposta de laudo para inspeções prediais.** 2017. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC.

NAZÁRIO, D; ZANCAN, E. C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de Criciúma: inspeção dos sete postos de saúde.** 2011. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, SC.

NEVES, D. R. R.; BRANCO, L. A. M. N. **Estratégia de Inspeção Predial.** Construindo, Belo Horizonte, v.1, n.2, p.12-19, jul./dez. 2009.

OLIVEIRA, A. R. **Corrosão e tratamento de superfície.** Belém: IFPA; Santa Maria: UFSM. 2012. 104 p.

POLITO, G. **Corrosão em estruturas de concreto armado: causas, mecanismos, prevenção e recuperação.** 2006. 186 f. Monografia – Especialização em Avaliação e Perícia, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, MG.

PUJADAS, F. Z. A. **A prática da Inspeção Predial de acordo com a norma técnica ABNT NBR 16.747**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2019/04/A-Pr%C3%A1tica-da-Inspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-de-acordo-com-a-norma-t%C3%A9cnica-ABNT-NBR-16.747-F1%C3%A1via-Zo%C3%A9ga-Andreatta-Pujadas.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

PUJADAS, F. Z. A. Inspeção Predial – Ferramenta de avaliação da manutenção. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIAS DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 2007, Salvador. **Anais...** Bahia: COBREAP, 2007.

RESENDE, G. A. Recuperação de estruturas de concreto armado – Técnicas e materiais para prolongar a vida útil. In: 6ª CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2018, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: PATORREB, 2018.

RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

ROCHA, B. S. **Manifestações patológicas e avaliação de estruturas de concreto armado**. 2015. 62 f. Monografia – Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, MG.

SÁ, J. M. D. **Experimento de dilatação linear dos sólidos para auxiliar no estudo da termologia**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Programa de Pós-graduação em Física, Área de Ensino em Física, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.

SANTOS, P. H. C.; SILVA FILHO, A. F. **Eflorescência: causas e consequências**. Salvador, 2008.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. 2 ed. Curitiba: Ibplex, 2010. 180 p.

SILVA A. P.; JONOV C.M.P. **Falhas e patologias dos materiais de construção**. Curso de mestrado em construção civil. Minas Gerais, 2018. Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/adriano/Falhas_Patologias_2018.pdf>. Acesso em: 21 set. 2019.

SIQUEIRA, A. P. **Inspeção Predial, check up predial: Guia da boa manutenção**. 3ª ed. São Paulo: Editora Leud, 2012. 336 p.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998. 255 p.