

ESTUDOS DE CASO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

⁽¹⁾ Ítalo de Paula Simões Lima

⁽²⁾ João Pedro Palhares Faria

⁽³⁾ Marília Gonçalves Marques

⁽¹⁾ Estudante do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba

⁽²⁾ Estudante do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba

⁽³⁾ Professora Adjunta do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba

Presidente da Banca: Marília Gonçalves Marques

Membro 1: Lucas Martins Guimarães

Membro 2: Vinícius Gonçalves de Almeida

RESUMO

Frente aos inúmeros casos que surgiram nos últimos anos no cenário nacional, onde estruturas de concreto armado precisaram passar por algum tipo de intervenção ou não desempenharam satisfatoriamente seu papel, o estudo das patologias se faz necessário. O presente trabalho propõe o estudo de caso de cinco manifestações patológicas em obras distintas, aplicando uma metodologia baseada no proposto por Souza e Ripper (2009) e Granato (2002). Tal metodologia se trata de uma sequência de pontos a serem observados ao diagnosticar uma patologia, além de uma ficha de inspeção com questionamentos pontuais a serem respondidos e datados durante a visita. Esses pontos tornaram a investigação mais ágil e padronizada. Ao aplicar a sequência de análises que a metodologia propõe, pôde-se diagnosticar com clareza manifestações como fissuras, corrosão, infiltração, deslocamento e outras. Além disso, foram propostas medidas de recuperação e sugestões para cada estrutura.

PALAVRAS CHAVE: construção civil, diagnóstico, patologia, recuperação.

CASE STUDIES OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN ARMED CONCRETE STRUCTURES

ABSTRACT

In view of the numerous cases that have emerged in recent years in the national scenario, where reinforced concrete structures needed to undergo some type of intervention or not satisfactorily fulfilled their role, the study of pathologies is very necessary. This paper proposes the case study of five pathological manifestation in different works, applying a methodology based on proposed by Souza e Ripper (2009) and Granato (2002). Such methodology is a sequence of points to be observed when diagnosing a pathology, as well as an inspection from with punctual questions to be answered and dated during the visit. These points make the

35 investigation more agile and standardized. By applying the sequence of analyses proposed by
36 the methodology, it was possible to clearly diagnose manifestations such as cracks, corrosion,
37 infiltration, displacement, and others. And propose recovery and suggestions for each structure
38 **KEY WORDS:** Pathology, diagnostics, methodology, recovery, construction.

39 **1 INTRODUÇÃO**

40 A construção civil é a área que possui uma das maiores variedades de materiais
41 utilizados e certamente o concreto é o mais empregado atualmente. No Brasil, a engenharia
42 civil passou por uma grande alavancada na década de 70. Entretanto, esse desenvolvimento
43 acelerado do mercado incentivou as pessoas adotarem medidas construtivas ainda pouco
44 aprimoradas e contratar mão de obra sem especialização (ANDRADE, 1997). Esse conjunto de
45 fatores, levou ao surgimento de diversos problemas nos anos seguintes. Desde a má
46 funcionalidade das estruturas, até sua ruptura (LAPA, 2008).

47 A combinação entre aço e concreto é resistente e estável por si só, entretanto, falhas no
48 projeto, na execução, na escolha de materiais, alinhados com parâmetros ambientais não
49 considerados na fase de planejamento podem levar uma estrutura de concreto armado a
50 apresentar manifestações patológicas (GRANATO, 2002).

51 A importância do estudo das patologias para a boa manutenção das estruturas será
52 reforçada nesse trabalho com a apresentação de duas obras em concreto armado que
53 exemplificam bem as consequências do surgimento de patologias sem que sejam tomadas as
54 providências cabíveis para sua solução. Bem como também será objetivo desse trabalho,
55 demonstrar a aplicação de uma metodologia baseada nos trabalhos de Souza e Ripper (2009) e
56 Granato (2002) para diagnosticar manifestações patológicas apresentadas em cinco obras de
57 quatro cidades distintas e propor medidas de correção para cada uma delas.

58 **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

59 Se tratando de manifestações patológicas, os diagnósticos mais frequentes são a
60 fissuração, as eflorescências, as flechas excessivas, as manchas no concreto aparente, a
61 oxidação das armaduras e a segregação (HELENE, 1992). Hora provocados isoladamente ou
62 simultaneamente dependendo da velocidade de propagação e do meio em que a estrutura se
63 encontra (ANDRADE, 1997).

64 Frente a tais sintomas, algumas estruturas, por mais que não apresentem sinais de
65 colapso, acabam por não desempenhar satisfatoriamente o seu papel quando passam a não
66 atender as condições impostas pelo limite último de utilização (SOUZA & RIPPER, 2009).

67 Granato (2002) diz que, ao atingir esse ponto, uma intervenção técnica já se faz necessária,
68 começando, como em qualquer patologia, por um bom diagnóstico. E para tal, segundo ele, é
69 necessário conhecer a fundo as diferentes manifestações patológicas para que a análise seja
70 precisa e leve a adoção de soluções adequadas.

71 **2.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

72 **2.1.1 FISSURAS**

73 As fissuras em sua maioria, segundo Thomaz (1986), são causadas por algum tipo de
74 movimentação de mais distintas origens, mas geralmente ligadas a tensões aplicadas maiores
75 que as de suporte. Da silva (1996) traz algumas fontes de movimentação como a má aderência
76 do concreto, a movimentação de formas, a retração térmica, corrosão da armadura e outros.
77 Dentre eles, a autora sugere ainda o assentamento plástico como um dos causadores de fissuras.
78 Esse último será o foco de um dos estudos de caso desse trabalho e de acordo com ela, as
79 fissuras causadas nesse processo surgem, pois, durante o adensamento do concreto, quando
80 ocorre a perda de água e conseqüente redução do volume da massa em estado plástico, a
81 armadura mal posicionada ou com cobertura insuficiente, acaba por se tornar um obstáculo.
82 Em armaduras horizontais, ela ainda salienta que as trincas seguem aproximadamente a direção
83 das mesmas.

84 Além de causar um desconforto visual na estrutura, fissurações são a porta de entrada
85 para a ação de agentes agressivos devendo ser fechadas de imediato (DA TRINDADE, 2015).
86 Entretanto, o tratamento de estruturas fissuradas, segundo Souza e Ripper (2009), está
87 relacionado com a identificação do tipo de fissura, em especial, da variação ou não do seu
88 tamanho (ativas se variarem, passivas se forem estáveis), e da necessidade de se reforçar ou não
89 a estrutura, caso a enfermidade tenha causado a redução de sua capacidade portante. Ainda
90 segundo o autor, independentemente de serem diagnosticadas como ativas ou passivas, o
91 fechamento é primordial. Todavia, para fissuras ativas, o diagnóstico da causa que as gerou é
92 de igual importância para que não voltem a aparecer.

93 **2.1.2 SEGREGAÇÃO DOS MATERIAIS DO CONCRETO**

94 Como publicado por Sobral (2000), se o concreto não apresentar propriedades
95 adequadas a sua utilização, tais como dimensão máxima do agregado e consistência própria a
96 massa pode estar sucinta a segregação. Segundo a NBR: 14931, o fato do concreto ser lançado
97 de uma altura acima de 2 m sem o uso de algum instrumento como funil, calha, trombas ou
98 outros, o vazamento da calda pela forma mal posicionada ou o uso indevido do vibrador,

99 vibrando demais em um local, ou vibrar a armadura, também podem levar a segregação.
100 Lotterman (2014) traz a classificação dos estados de segregação como superficial - quando
101 apenas a camada externa da pasta é danificada; média - quando os agregados graúdos são
102 expostos; profunda quando há a exposição da armadura. Essa classificação é melhor ilustrada
103 na Figura 1 onde:

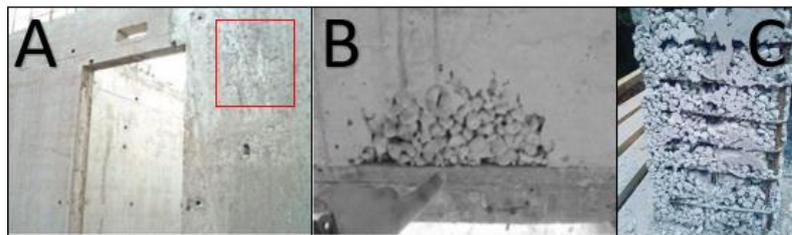
104 A: Local de segregação superficial em uma parede de concreto moldada em loco.

105 B: Local de segregação média em uma viga moldada em loco.

106 C: Local de segregação profunda em um pilar moldado em loco.

107

Figura 1. Segregação do concreto



108

109

Fonte: Adaptadas de: A – blogdaliga; B – Pase, 2017; C - graphixto

110

111

112

113

114

115

116

Assim como citado no item 2.1.1 sobre as fissuras, alguns estados de segregação também são uma abertura convidativa para agentes nocivos e precisam ser fechados corretamente o quanto antes. Em situações como o caso A ou B da Figura 1, basta que se faça limpeza do substrato e uma reconstituição da região afetada com concreto ou argamassa para retirar as irregularidades. Entretanto, no caso C onde o concreto sofreu uma segregação profunda e a armadura está exposta, é preciso eventualmente realizar injeção de graute e análise da ferragem, buscando focos de corrosão (HELENE, 1988).

117

2.1.3 LIXIVIAÇÃO

118

119

120

121

122

123

124

A lixiviação é o processo de dissolução e carreamento de compostos hidratados - carbonato de cálcio, carbonato de magnésio, dentre outros – pelo efeito da passagem da água através da estrutura. Os materiais transportados são geralmente depositados do lado de fora da peça, onde são cristalizados ao evaporar a água que os levou. A essa cristalização dá-se o nome de eflorescência. (MIZUMOTO, 2009). Quando não tratada, o concreto vai se tornando poroso além de despassivar a armadura, o que pode acentuar o problema de corrosão da mesma (FREIRE, 2005).

125 O jeito mais rápido de combater a lixiviação, quando possível é interromper a infiltração
126 da água que está provocando o carreamento do material para fora da estrutura, realizando
127 colmatagem e impermeabilização (ARANHA, 1994).

128 **2.1.4 CORROSÃO DA ARMADURA**

129 De acordo com Helene (1993), a corrosão pode ser interpretada como uma ação de
130 degradação oriunda da reação entre o material degradado e o meio ambiente. Ainda segundo o
131 autor, se tratando de armaduras, é um processo natural em que o material tende a voltar a seu
132 estado inicial, encontrado na natureza, espontaneamente. No concreto armado, entretanto, é
133 ressaltado que a princípio o aço está protegido da corrosão, pois em estado ótimo, o revestimento
134 oferece uma barreira contra agentes agressivos e o próprio concreto oferece uma proteção
135 química conferida pela alcalinidade da solução aquosa presente nos seus poros.

136 Andrade (2001) diz que a corrosão se inicia em uma estrutura de concreto armado após
137 o rompimento dessa proteção e o contato com dois agentes principais: o gás carbônico (CO₂) e
138 os íons cloreto (Cl⁻) presentes na atmosfera. O primeiro segundo ele, originando o fenômeno
139 conhecido como carbonatação que reduz a alcalinidade do concreto despassivando a armadura
140 e o segundo reagindo diretamente na corrosão do aço. O autor salienta ainda que a entrada de
141 agentes agressivos se dá por fissuras, porosidade excessiva do concreto, deslocamentos e
142 outras portas indesejadas em uma estrutura.

143 Como apontado por Da Trindade (2015), o acesso de agentes agressivos através de
144 fissuras e outras aberturas deve ser cessado de imediato, e é o primeiro passo para eliminar o
145 processo de corrosão. Entretanto, em alguns casos, onde a corrosão já atingiu níveis elevados,
146 a solução é a substituição ou reforço das armaduras. Tal medida deve ser aplicada sempre que
147 a redução da seção transversal da barra atingir 15% (SOUZA E RIPPER, 2009).

148 **2.1.5 DESPLACAMENTO**

149 Equivalente aos casos de fissuração e segregação, o deslocamento também gera
150 aberturas na superfície das estruturas que em tese serviriam de proteção para a armadura, além
151 da redução da seção transversal da peça ou perda de capacidade portante em determinados
152 casos. Por isso também devem ser tratados rapidamente.

153 Quando ocorre o deslocamento em alguma estrutura de concreto, este deve ser
154 analisado de forma mais ampla. Isso por que diversas outras enfermidades podem acarretar o
155 seu surgimento. A corrosão por exemplo, segundo Estacechen (2017), pode causar uma
156 expansão no aço de 3 a 10 vezes o seu tamanho normal. Isso pode levar a tensões indesejadas

157 no concreto, o que por sua vez, traz a formação de fissuras e até o deslocamento local. Outras
158 situações como desforma imprópria – quando não há aplicação correta de desmoldante ou não
159 é respeitado o tempo de cura, armadura insuficiente em algumas regiões ou ainda a má
160 homogeneização da mistura do concreto pode também levar ao surgimento de regiões frágeis e
161 de baixa coesão, suscintas ao lascamento (ARANHA, 1994). O autor ainda alerta sobre a
162 necessidade de descobrir qual dessas causas levou ao deslocamento e só então realizar o
163 reparo.

164 Os reparos segundo Souza e Ripper (2009) são caracterizados como rasos,
165 semiprofundos ou profundos, dependendo da extensão e da profundidade que atingem. De
166 acordo com o autor, quando inferiores a 2 cm são rasos, de 2 a 5 cm são nomeados
167 semiprofundos, profundos acima disso. Quando rasos ou semiprofundos e não atingem a
168 armadura, deve ser feita a limpeza do local e a recuperação com um novo concreto embutido
169 em uma forma cachimbo para pilares ou um dispositivo de pressão para vigas
170 (PIANCASTELLI, 1997). Caso a armadura seja atingida, a região ao seu redor deve ser limpa,
171 tratada e só então recuperada. Por último, em casos de deslocamentos profundos o concreto
172 ruim deve ser retirado até que se atinja o concreto sã, e só então os reparos devem ser
173 executados. Em casos de exposição de armadura, o mesmo procedimento dos casos rasos e
174 semiprofundos deve ser aplicado (SOUZA E RIPPER, 2009).

175 **2.1.6 INFILTRAÇÃO**

176 A Infiltração é um problema recorrente na construção civil, e quando não tratada pode
177 causar sérios danos à edificação. Ela se apresenta por três formas: infiltração por pressão, por
178 percolação ou por capilaridade e pode ser oriunda do solo, da atmosfera ou mesmo da própria
179 obra (ERNICA, 2017).

180 Segundo De Deus (2016) a infiltração pode ter sua causa em diversas etapas que vão
181 desde falhas na execução até mudanças muito bruscas na temperatura. Ela pode causar
182 problemas como goteiras e manchas, mofo e apodrecimento, ferrugem (oxidação) na armadura,
183 lixiviação/eflorescência, redução da vida útil de pinturas e revestimentos, dentre outras
184 enfermidades. Ela pode ser evitada na fase de planejamento, com um projeto de
185 impermeabilização por exemplo, na execução com a utilização de materiais de boa qualidade e
186 uma mão de obra qualificada ou durante o uso, se atentando aos projetos para não danificar
187 nenhuma rede e realizando as manutenções periódicas necessárias. (DE CASTRO, 2014).

188 2.2 CASOS DE PATOLOGIAS

189 Neste tópico serão apresentadas manifestações patológicas observadas no Edifício
190 Andrea em Fortaleza e do Viaduto Eixo Sul em Brasília. O relato das patologias é abordado na
191 Tabela 1:

192 Tabela 1. Descrição das patologias observadas nos dois estudos de caso

| PATOLOGIAS OBSERVADAS | ESTUDOS DE CASO | |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Edifício Andrea - Fortaleza | Viaduto Eixo Sul - Brasília |
| Fissuração | X | X |
| Segregação | - | - |
| Lixiviação | - | X |
| Corrosão da armadura | X | X |
| Deslocamento | X | - |
| Infiltração | X | X |

193

194

Fonte: Adaptado de Tavares, 2019 e Novacap e Terracap, 2011

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

No dia 15 de outubro de 2019 aconteceu o desabamento do Edifício Andrea em Fortaleza – CE. Segundo um laudo elaborado logo após o desabamento por um engenheiro patologista local, os pilares já tinham seu aço em um alto estado de corrosão, além de apresentar problemas de deslocamento, infiltração e fissuração em diversos pontos. A Figura 2 além de apresentar tais manifestações, demonstra ainda uma serie de emboços em colorações diferentes, indicando que várias intervenções anteriores haviam sido feitas. Tais intervenções, porém, apenas mascaravam o real problema estrutural que o edifício sofria. Os emboços citados por exemplo, assumiam a função estrutural de um concreto quando a sua real utilidade não era essa. Foi retirado material de um pilar sem ter feito o escoramento da estrutura, que possivelmente, foi um dos catalizadores do desabamento (TAVARES, 2019).

205

Figura 2. Fotos dos pilares do Edifício Andrea antes da queda.



206

207

Fonte: Adaptado de Tavares, 2019.

208

209

210

Uma outra prova da real importância do cuidado com patologias na construção civil foi a queda de parte do viaduto da Galeria dos Estados, no Eixo Sul de Brasília, no dia 06 de fevereiro de 2018. Laudos técnicos elaborados pelas empresas Novacap e Terracap indicavam

211 desde 2011 que o surgimento de trincas nas quinas dos pilares e as infiltrações na cobertura
212 ilustravam que a estrutura já passava por um processo de deterioração. As trincas que surgiram
213 possibilitavam a entrada da umidade e geraram corrosão nas armaduras da estrutura. O
214 departamento de Engenharia Civil e Ambiental da UnB realizou uma visita no local e relatou
215 que o colapso foi resultado dessa combinação que levou o aço à corrosão no interior dos pilares
216 e conseqüentemente a perda de sua função estrutural. A Figura 3 reflete os sinais de infiltração
217 que levaram a corrosão do aço, apontados pelos dois laudos. Essa perda levou a ruptura frágil
218 da estrutura.

219 Figura 3. Pilar do viaduto Eixo Sul de Brasília após a queda - DF



220
221

Fonte: Adaptado de g1.globo.com.

222 3 METODOLOGIA

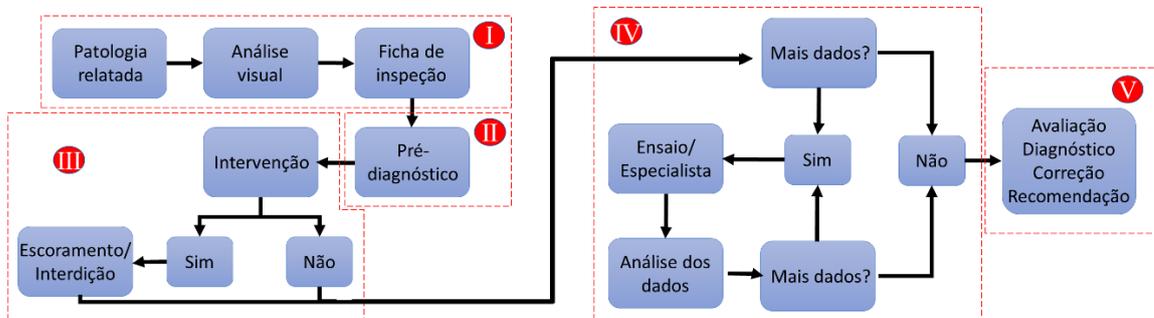
223 Foram analisadas nesse trabalho cinco estruturas que apresentaram manifestações
224 patológicas que serviram de estudos de caso para a aplicação de uma metodologia de
225 diagnóstico de patologias baseada em modelos propostos por Granato (2002) e Souza e Ripper
226 (2009). A metodologia apresentada pelos dois autores aponta uma sequência de análises que
227 cada um propõe para padronizar o serviço.

- 228 I) Análise visual e coleta de fotos. Preenchimento de uma ficha de inspeção
229 (Apêndices A, B, C, D e E) com antecedentes e características da estrutura.
230 Identificar erros de concepção de projeto, execução ou utilização com visitas em
231 loco e com documentação do local;
- 232 II) Criar um diagnóstico prévio básico e uma análise das patologias (locais de
233 surgimento, direção de propagação e intensidade) consultando sempre uma
234 bibliografia a respeito do assunto. O diagnóstico prévio tem por finalidade servir de
235 base e guia para as próximas decisões.
- 236 III) Levantar os danos e possíveis conseqüências. Relatar medidas como: escoramento
237 da estrutura, alívio de carregamento, instalação de instrumentos de medição de
238 deformações e recalques ou mesmo a interdição da estrutura;

- 239 IV) Realizar ensaios complementares para a obtenção de dados não conhecidos e aferir
 240 o estado da estrutura.
- 241 V) Propor recomendações ao usuário, além de ao final de tudo, liberar uma ficha de
 242 avaliação com o diagnóstico encontrado ou com a direção a ser tomada (consultas a
 243 outros especialistas ou ensaios futuros que não puderam ser executados no local, por
 244 exemplo), bem como as possíveis correções a serem feitas e conselhos para futuras
 245 manutenções que evitarão que o problema surja novamente.

246 O fluxograma da Figura 4 interpreta a sequência de análise proposta, apresentando uma
 247 melhor coordenação das atividades, como o preenchimento das fichas de inspeção nos
 248 apêndices A, B, C, D e E contendo os dados a serem utilizados na análise:

249 Figura 4. Fluxograma sequencial para diagnóstico



250
 251 Fonte: Adaptado de Granato, 2002 e Souza & Ripper, 2009.

252 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

253 Foram escolhidos cinco estudos de caso para a identificação das patologias e foi
 254 apresentado os prognósticos e recomendações de cada caso. Após aplicado as metodologias de
 255 análise apresentadas no item 3.1 deste trabalho chegou-se aos seguintes diagnósticos e as
 256 seguintes recomendações ao proprietário conforme cada estudo de caso.

257 4.1 CASO 1

258 O primeiro objeto de estudo foi o surgimento de fissuras em uma marquise de um
 259 sobrado na cidade de Araxá – MG. Vide Apêndice A.

260 4.1.1 ANÁLISE VISUAL

261 Como ilustrado pela Figura 5 e aferido no local, a fissuração registrada se estende
 262 horizontalmente por toda a estrutura na parte superior da marquise. Nesse caso, a inspeção
 263 visual buscou primeiramente identificar se as fissuras se tratavam de ativas ou passivas como
 264 descrito no item 2.2.1. Para isso, na ausência de um fissurômetro ou mesmo diante da não
 265 viabilidade de testes com pasta de gesso ou cal, foram realizadas observações em dois tempos,

266 um T_0 inicial e um T_1 de 30 dias. Nas duas visitas, que aconteceram no espaço descrito de 30
267 dias, buscou-se verificar qualquer aumento visual das fissuras, porém, nenhuma alteração foi
268 constatada.

269 Figura 5. Marquise apresentando rachaduras ao longo da estrutura.



270

271

Fonte: O autor.

272 Além das fissuras, a visita ao local permitiu observar a formação de manchas de
273 infiltração aos arredores das aberturas, apresentadas na Figura 5. Também foi observado que a
274 infiltração circunda a região de drenagem, que se dá em forma de pingadeiras. Drenagem essa,
275 que por sinal, contraria o Art. 87 do Código de Edificações do Município de Araxá de julho de
276 1996, que diz que o escoamento de águas pluviais deve ser feito exclusivamente para o interior
277 do terreno da edificação.

278 Não foi apresentado nenhum projeto estrutural da edificação, e ante a não viabilidade
279 de escarificação do local, foi considerado a princípio, para um pré-diagnóstico, que a armadura
280 se encontra corretamente posicionada, ou seja, com sua maior concentração na parte superior
281 da marquise (onde atuam os esforços de tração nesse tipo de estrutura). O restante da análise
282 seguiu por base nessa primeira hipótese, dando a entender que as fissuras acompanhavam a
283 armação horizontal superior.

284 4.1.2 DIAGNÓSTICO PRÉVIO E LEVANTAMENTO DE DANOS

285 O fato das fissuras seguirem a direção das armaduras horizontais e não se apresentarem
286 em outros locais, levou a considerar que a estrutura sofreu um assentamento plástico (patologia
287 melhor descrita no item 2.1.1). No mais, foi detectado ainda uma infiltração evidenciada pela
288 presença de manchas ao redor das fissuras, o que pode vir a ser prejudicial caso atinja armadura.
289 Há ainda registros de umidade no entorno das pingadeiras, o que aponta a má
290 impermeabilização do sistema de drenagem introduzido na estrutura. Os danos observados, no
291 entanto, não exigem que a estrutura seja interditada, mas mesmo assim um escoramento é
292 recomendado durante o processo de correção da patologia.

293 **4.1.3 ENSAIOS COMPLEMENTARES**

294 Nesse caso não foram necessários nenhum ensaio complementar, uma vez que a fissura
295 se mostrou passiva.

296 **4.1.4 RECOMENDAÇÕES**

297 Uma vez que as fissuras do presente estudo de caso foram diagnosticadas como passivas,
298 não há necessidade de realizar ensaios complementares para descobrir a causa das mesmas. A
299 maioria das fendas se apresentam menores que 3 mm e recomenda-se que sejam recuperadas
300 por injeção de alguma resina epoxidica. Já as que ultrapassam essa dimensão, podem ser
301 preenchidas por gravidade (SOUZA E RIPPER, 2009).

302 Uma vez que o projeto é inexistente e a estrutura apresentou sintoma de mal
303 funcionamento (as fissuras exibidas), é recomendado um teste de esclerometria para aferir sua
304 atual capacidade de suporte.

305 **4.2 CASO 2**

306 O segundo estudo de caso é a respeito de um pilar pré-moldado *in loco* de um galpão
307 industrial situado em Extrema – MG. As observações se encontram no Apêndice B.

308 **4.2.1 ANÁLISE VISUAL**

309 No local, buscou-se inicialmente avaliar do que se tratavam as irregularidades. Pôde-se
310 observar, que pela aparência do desgaste que se tratava de focos de segregação, fato esse
311 reforçado quando comparadas as Figuras 1 e 6. Nota-se claramente a semelhança entre as
312 manifestações no pilar do estudo de caso e o caso C da Figura 1. A Figura 6 ainda expõe a
313 situação de desproteção que a armadura foi encontrada, com sinais de corrosão.

314 Figura 6. Pilar apresentando segregação e corrosão da armadura.



315

316

Fonte: O autor.

317 Em seguida, foi realizada uma anamnese com os engenheiros responsáveis pela
318 execução e cálculo, uma análise do projeto estrutural e da nota fiscal da concreteira que
319 informava a dimensão máxima do agregado e o traço do concreto. Os dados de projeto e os
320 apresentados pela concreteira foram checados e os itens dimensão do agregado e traço estavam
321 de acordo. Os demais pilares do galpão foram checados e nenhuma patologia semelhante foi
322 encontrada.

323 **4.2.2 DIAGNÓSTICO PRÉVIO E LEVANTAMENTO DE DANOS**

324 Foram observados sinais de segregação média e profunda no pilar, bem como a corrosão
325 da armadura exposta, que já se apresenta na cor marrom. Os danos apresentados provavelmente
326 não são suficientes para levar o pilar ao colapso, entretanto, caso não sejam tratados podem
327 reduzir a vida útil da estrutura. A interdição da obra não será necessária levando em conta essa
328 patologia, porém, o seu reparo é essencial e deve ser realizado após escorar as estruturas acima.

329 Essa manifestação surgiu provavelmente por dois motivos: a vibração excessiva do
330 concreto no local onde a patologia se apresenta ou o vazamento da pasta pelo mal
331 posicionamento da forma. Ambos os casos são respaldados pelo fato que os demais pilares não
332 apresentaram tal patologia, reforçando a hipótese que foi um erro de execução e não de projeto.

333 **4.2.3 ENSAIOS COMPLEMENTARES**

334 No local foram executados ensaios para identificar se somente a superfície do concreto
335 havia sido segregada e se não haviam regiões propensas ao lascamento. Com um martelo de
336 percussão foram deferidos golpes contra áreas distintas da estrutura buscando ouvir sons ocos,
337 entretanto, nada foi observado. Com um martelo de ponta, golpes um pouco mais fortes foram
338 executados, buscando destacar regiões frágeis, entretanto, nenhum local se despreendeu.

339 **4.2.4 RECOMENDAÇÕES**

340 Como já houve por algum tempo a exposição da armadura, e essa se encontra com sinais
341 de corrosão, é recomendado que a estrutura seja escarificada e a ferragem analisada quanto a
342 perda de seção transversal. Como alerta Souza e Ripper (2009), caso a seção da armadura seja
343 reduzida em 15% ou mais, essa deve passar por um reforço ou substituição. Para os casos que
344 a armação não teve perda de seção significativa (menos que 15%), o autor alerta apenas para
345 o lixamento e a aplicação de um anticorrosivo. Em seguida, reparo do concreto.

346 4.3 CASO 3

347 O terceiro caso observado foi a rampa de acesso à fonte na cobertura do Teatro Central
348 de Araxá em Araxá – MG. Dados exibidos no Apêndice C.

349 4.3.1 ANÁLISE VISUAL

350 Inicialmente, como apresentado na Figura 7, foram observadas formações de
351 eflorescências na parte inferior da rampa, na forma de manchas brancas e estalactites.
352 Analisando melhor a estrutura, gotas de água pingando da estrutura foram notadas, bem como
353 manchas amarronzadas nas laterais. Ao subir a rampa, na parte oposta das manifestações, notou-
354 se que o revestimento se tratava de granito e os rejuntos se apresentavam fissurados e com
355 manchas escuras.

356 Figura 7. Rampa apresentando sinais de lixiviação.



357
358

Fonte: O autor.

359 4.3.2 DIAGNÓSTICO PRÉVIO E LEVANTAMENTO DE DANOS

360 As manchas brancas e sinais de eflorescência são resultados do processo de lixiviação
361 que a estrutura se encontra. As manchas escuras nos rejuntos do revestimento da parte superior
362 da rampa indicam sinais de infiltração e as goteiras observadas na parte inferior, demonstram
363 para onde a água infiltrada está indo. Essa percolação, está carreando os compostos hidratados
364 do concreto da estrutura, depositando-os na parte inferior, gerando as manchas brancas e as
365 estalactites após a evaporação da água.

366 As manchas marrons destacadas nas laterais, indicam que a armadura está em um
367 processo de corrosão causado pela percolação da água, o material gerado pela corrosão está
368 sendo carregado para fora da estrutura. Os danos que a análise visual permitiu observar, não são
369 suficientes para interditar o local ou solicitar alguma medida de escoramento.

370 4.3.3 ENSAIOS COMPLEMENTARES

371 Para o presente diagnóstico não foram realizados nenhum ensaio complementar.

372 4.3.4 RECOMENDAÇÕES

373 Levando em consideração que essa é uma área de fluxo constante de pessoas e que
374 recebe conseqüentemente uma quantidade significativa de carga, um cuidado com sua
375 manutenção é necessário. Apesar dos danos ainda não serem graves, com o decorrer dos anos
376 pode ser que se estendam a uma corrosão generalizada ou ao aumento significativo da
377 porosidade do concreto lixiviado. Para evitar que isso aconteça, é preciso cessar inicialmente a
378 infiltração de água da parte superior da rampa. Como a estrutura já foi afetada, ensaios não
379 destrutivos como a esclerometria são indicados para aferir a resistência atual da estrutura.

380 4.4 CASO 4

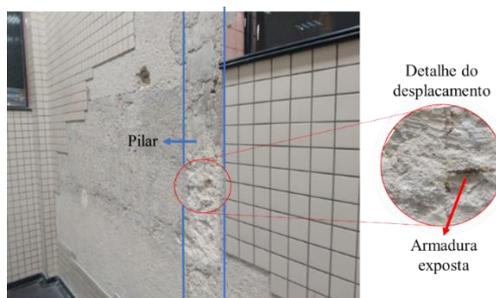
381 O pilar apresentado como quarto objeto de estudo desse trabalho se encontra na cidade
382 de Ananindeua no Para, e passa por uma situação de degradação do seu revestimento, do
383 cobrimento e exposição da armadura, conforme apresentado na Figura 8 e analisado na ficha
384 do Apêndice D.

385 4.4.1 ANÁLISE VISUAL

386 Visualmente foi observado que a degradação observada se tratava de um deslocamento
387 generalizado dos azulejos e de uma pequena parcela do cobrimento do pilar, deixando a
388 armação exposta. Detalhes ilustrados na Figura 8.

389 É possível ainda observar dois tons de massa. Em anamnese com o proprietário, este
390 esclareceu que um se trata do emboço feito na parede para receber o revestimento, e outro se
391 trata da argamassa de assentamento das peças descoladas. Segundo ele o procedimento utilizado
392 para assentamento dos azulejos foi de aferir golpes com o martelo de borracha para colocar a
393 peça no lugar. Foi notado ainda que a espessura da união das medidas de cobrimento, emboço
394 e revestimento eram aproximadamente 3,0 cm.

395 Figura 8. Pilar apresentando deslocamento em seu cobrimento e no revestimento.



396
397

Fonte: O autor.

398 **4.4.2 DIAGNÓSTICO PRÉVIO E LEVANTAMENTO DE DANOS**

399 O diagnóstico inicial das observações foram que: tomadas as camadas, emboço,
400 cobertura e revestimento juntas não condiziam com a realidade exigida por norma. Isso pois,
401 apenas o revestimento já deveria, segundo a NBR 6118:2014 ser responsável por 2,5 cm no
402 mínimo (isso considerando as condições mais brandas da classe de agressividade ambiental, o
403 que por sinal, não é o caso). Sendo assim, chegou à conclusão que o revestimento não era
404 adequado.

405 Se levarmos em consideração que o emboço e a argamassa de revestimento ocuparam
406 parte do que deveria ser revestimento e que esses materiais não conseguem assumir a função que
407 ele deve desempenhar, qualquer vibração próxima ao pilar poderia levar ao descolamento da
408 argamassa de emboço e a armação. Vibrações essas que podem ter sido geradas durante o
409 processo de assentamento dos azulejos com o martelo de borracha. Tais vibrações podem ter
410 ocasionado o destacamento do emboço, levando junto parte do revestimento. As peças de
411 azulejo coladas no pilar provavelmente foram as primeiras a se destacar, e as demais saíram na
412 sequência.

413 **4.4.3 ENSAIOS COMPLEMENTARES**

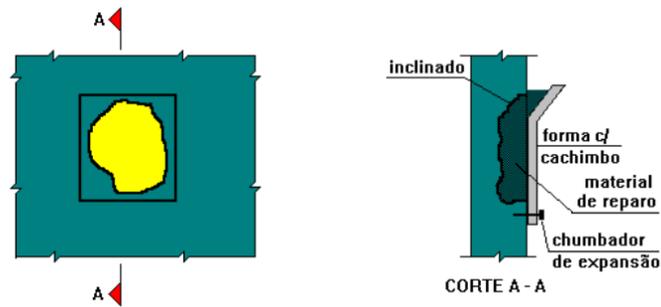
414 Nesse caso, foram realizados os mesmos ensaios de percussão e destacamento citados
415 no item 4.2.3. No entanto, dessa vez, além de realizar as análises na estrutura, também foi
416 analisada a situação do revestimento. Tanto o revestimento quanto a estrutura se mostraram
417 estáveis, sem presença de regiões frágeis ou ocas.

418 **4.4.4 RECOMENDAÇÕES**

419 Nesse caso sugere-se que seja feito um reparo com grout no pilar, utilizando fôrmas de
420 cachimbo como sugerido no item 2.1.5 e representado pela Figura 9.

421

Figura 9. Forma cachimbo para reparo em pilares danificados.



422

423

Fonte: Piancastelli, 1997.

424

425

426

427

428

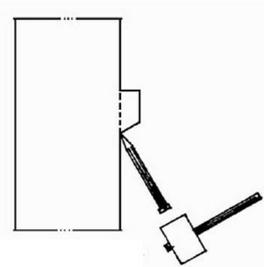
429

430

Caso essa solução seja adotada, é necessário observar dois pontos. O primeiro é estar atento a exposição da armadura. Como se trata de um deslocamento semiprofundo em que a armadura se encontra desprotegida, o aço deve passar por um processo de limpeza local e tratamento, para só então aplicar a recuperação do concreto em si. O segundo fator que é preciso tomar cuidado é que ao utilizar o sistema de forma cachimbo para reparo deve-se remover o concreto excedente que esse processo deixa. O surgimento e a remoção da sobra são melhores demonstrados na Figura 10.

431

Figura 10. Excesso de concreto após o reparo e sistema de remoção.



432

433

Fonte: Souza e Ripper, 2009.

434

435

436

437

Além disso, sugere-se a aplicação de um graute e não de concreto, para que se possa dar acabamento, evitando assim o emboço. Isso porque a camada de cobrimento já está escassa. Recomenda-se ainda que o período de cura do reparo seja respeitado para que só então se assente os azulejos novamente.

438

4.5 CASO 5

439

440

Este estudo de caso diz respeito a viga baldrame do centro espírita na cidade de Piumhi – MG. Análise descrita na ficha do Apêndice E.

441 4.5.1 ANÁLISE VISUAL

442 Foi notado que manchas escuras se espalhavam por toda a viga baldrame e seguiam até
443 certa altura na alvenaria. Tais sinais são apontadas na Figura 11.

444 Figura 11. Detalhe da infiltração na parede através da viga baldrame.



445

446

Fonte: O autor.

447 Foi solicitado ao proprietário uma análise do projeto hidrossanitário para identificar as
448 redes de água e esgoto. Entretanto, ele desconhece qualquer projeto do local (fato já esperado
449 devido à idade da edificação). Por outro lado, dois meses após a visita, a empresa Delfim
450 Engenharia realizou uma vistoria técnica a respeito da situação de infiltração do edifício. De
451 posse do laudo, foi relatado que esse apresentava uma relação entre a falta de drenagem e a
452 saturação excessiva do solo, que levavam a uma percolação de água excessiva pela estrutura.
453 Entretanto, o laudo não analisa a viga baldrame em si, mas as fundações que a suportam.

454 4.5.2 DIAGNÓSTICO PRÉVIO E LEVANTAMENTO DE DANOS

455 O laudo apresentado e as observações realizadas durante a análise visual reforçam a
456 hipótese de que há forte percolação de água na viga baldrame, que pode ser gerada pelo
457 constante encharcamento do solo devido à falta de drenagem do terreno. Os fatos que a
458 percolação da água atingiu a alvenaria, e a idade da estrutura, sugerem que ela não passou por
459 nenhum processo de impermeabilização, uma vez que na época de sua construção, não era
460 comum tal cuidado. A não impermeabilização, atua como intensificadora da percolação da
461 água.

462 4.5.3 ENSAIOS COMPLEMENTARES

463 Nesse estudo de caso, nenhum ensaio complementar foi realizado.

464 4.5.4 RECOMENDAÇÕES

465 Por se tratar uma obra com idade elevada e uma patologia antiga, é recomendado que
466 ensaios de resistência do concreto sejam executados na estrutura para verificar a situação em
467 que ela se encontra. Dado o período de tempo que a água percolou a viga, pode-se julgar que a

468 armadura já se encontra danificada e deve ser analisada através de uma escarificação de parte
469 da peça. Sugere-se que sejam feitos sistemas de drenagem nos dois terrenos, conduzindo toda
470 água para as redes da prefeitura.

471 **4.6 RESUMO DAS PATOLOGIAS DIAGNOSTICADAS**

472 Na Tabela 2 está apresentado um resumo com as patologias diagnosticadas:

473 Tabela 2. Resumo das patologias observadas nos cinco estudos de caso

| ESTUDO DE CASO | USO DA EDIFICAÇÃO | LOCAL | IDADE (ANOS) | PATOLOGIAS DIAGNOSTICADAS |
|------------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|---------------------------------------|
| 1 Sobrado - Marquise | Comercial/residencial | Araxá - MG | 18 | Fissuras, infiltração |
| 2 Galpão - Pilar | Comercial | Extrema - MG | 1 | Segregação, corrosão |
| 3 Teatro - Rampa | Entretenimento | Araxá - MG | 8 | Lixiviação, eflorescências e corrosão |
| 4 Supermercado - Pilar | Comercial | Ananindeua - PA | 14 | Desplacamento e corrosão |
| 474 5 Centro Espirita - Viga | Ritos Religiosos | Piumhi - MG | 46 | Infiltração, falta de drenagem |

475 Fonte: O autor.

476 **5 CONCLUSÃO**

477 Com o presente trabalho, chegou-se à conclusão que obras de concreto armado carecem
478 de cuidados e dão diversos sinais da falta de zelo. Ao ignorar esses sinais, assume-se um risco
479 de colapso da estrutura. Fato consumado com o que foi apresentado nos dois exemplos dos
480 casos de patologias do edifício Andrea e do viaduto da Galeria dos Estados. Para uma boa
481 recuperação de estruturadas danificadas, inferiu-se ainda que o primeiro passo deve ser um bom
482 diagnóstico, para que assim o tratamento possa ser o mais incisivo possível.

483 Visando tal efetividade no diagnóstico, fora apresentada uma metodologia de análise de
484 patologias onde verificou-se agilidade e padronização satisfatórias na investigação dos estudos
485 de caso. Em seguida, após a aferição do que se tratava cada manifestação, recomendações foram
486 feitas seguindo diversas bibliografias a respeito de cada patologia.

487 Em suma, com o que foi aplicado nesse trabalho, foi conferido que diagnosticando
488 corretamente e corrigindo as manifestações patológicas apresentadas, é possível garantir um
489 prolongamento da vida útil e um melhor desempenho das estruturas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J. J. DE O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- ANDRADE, J. J. DE O. **Contribuição à previsão da vida útil das estruturas de concreto armado atacadas pela corrosão de armaduras: iniciação por cloretos.** Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- ARANHA, Paulo Marcio da Silva. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região amazônica.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto armado.** 2014
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto: Procedimento.** 2004
- CODIGO DE EDIFICAÇÕES DO MUNICÍPIO DE ARAXÁ. **CEMA.** Julho de 1996.
- CONCRETO – A QUALIDADE NAS PAREDES DE CONCRETO, **Blog da liga,** 2017. Disponível em: <<https://blogdaliga.com.br/qualidade-paredes-de-concreto/>>. Acesso em 27/11/2019
- CORROSÃO DE ARMADURA EM ESTRUTURAS DE CONCRETO, **Axfiber,** 2016. Disponível em: <<https://www.axfiber.com.br/single-post/2016/12/08/CORROS%C3%83O-DA-ARMADURA-EM-ESTRUTURAS-DE-CONCRETO>>. Acesso em 27/11/2019
- DA SILVA, L. M. S. B. **Desenvolvimento de um sistema especialista para o diagnóstico de fissuras em concreto armado.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1996.
- DA TRINDADE, D. dos S. **Patologia em estruturas de concreto armado.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Maria, 2015.
- CASTRO, Maicon Dioni de; MARTINS, Renato Moser. **Análise e sugestões terapêuticas das manifestações patológicas de infiltração de um edifício com mais de 20 anos: estudo de caso.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.
- DE DEUS, R. V. S; **patologias geradas por infiltrações em edificações.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.
- DE OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque de diferencial de fundações.** Monografia para especialização em Gestão em Avaliação e Perícias. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.
- ESTACECHEN, T. A. C; CORMIN, K. W. **Causas e alternativas de reparo da corrosão em armaduras para concreto armado.** CONSTRUINDO, v. 9, n. 3, p. 36-47, 2017.
- ERNICA, Daniel Henrique. **Impermeabilização em viga baldrame: infiltração por capilaridade.** Trabalho de conclusão de curso. Centro Universitário Toledo, 2017.

- FREIRE, K. R. R. **Avaliação do desempenho de inibidores de corrosão em armaduras de concreto**. Dissertação de Pós-Graduação, 2005.
- GRANATO, José Eduardo. **Patologia das construções**. São Paulo: AEA Cursos, 2002.
- HELENE, P.R.L. **Manual prático para reforço de estruturas de corrosão**. São Paulo: Pini, 1988, 213p
- HELENE, Paulo RL et al. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. Pini, 1992.
- HELENE, Paulo RL. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. São Paulo, v. 231, p. 14, 1993.
- LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Monografia, Especialização em Construção Civil**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- LOTTERMANN, A. F. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2014.
- MIZUMOTO, Camilo. **Investigação da reação álcali-agregado (RAA) em testemunhos de concreto e agregados constituintes**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de São Paulo, 2009.
- NINHOS DE CONCRETAGEM, **Graphixto**, 2018. Disponível em: <https://graphixto.com/media/1867705007547606593_6283265931>. Acesso em 27/11/2019
- PASE, M. C; **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**. 2017
- PIANCASTELLI, E. M. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado**. Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.
- ROCHA, I. **Corrosão em estruturas de concreto armado. Corrosão em estruturas de concreto armado**, Revista Especialize, Goiânia – GO, dez/2015.
- ROMANO, F. S. **Estudo do ingresso de cloretos em concretos localizados no litoral norte do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- SOBRAL, H. S. **Propriedades do concreto fresco**. São Paulo: ABCP, REV. 2000.
- SOUZA, VCM; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**, Pini, São Paulo, 2009. SOUZA, RHF.
- TAVARES, A. L; **Análise de desabamento do condomínio do Edifício Residencial Andrea**. Laudo Técnico, 2019.
- THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 1986.

APÊNDICE A

| FICHA DE INSPEÇÃO - FISSURAS | |
|---|-------------------------|
| Tipo de obra: Residencial e comercial | Ano de construção: 2001 |
| Tipo de estrutura: Marquise | |
| Patologia analisada: Fissuras | |
| Análise da patologia (Dados observados) | |
| Fissuras na parte de cima da marquise; Manchas escuras ao redor das fissuras e das pingadeiras; Aferição das dimensões das fissuras em $t = 0$ e $t = 30$ dias; | |
| Anamnese | |
| Anamnese com o proprietário. | |
| Análise de risco | |
| Possível risco em caso de negligência - Fissuras e corrosão nítidas porém em escala não alarmante. Recuperação imediata recomendada. | |
| Propriedades do concreto | |
| Desconhecidas - Teste de esclerometria recomendado. | |
| Propriedades da estrutura | |
| Marquise em balanço funcionando como cobertura e sacada. Possui dimensões de 1,2m x 12m x 0,15m. Feita em concreto armado com a armadura posicionada corretamente na parte onde o momento é gerado. Projetos inexistentes - um novo cálculo de verificação é recomendado. | |
| Ensaio recomendado | |
| Esclerometria, escarificação para verificação da situação do aço; | |
| Reparos sugeridos | |
| Escoramento da estrutura; Escarificação dos locais fissurados; Aplicação de material reparador - graute - nos locais escarificados; Utilizar anticorrosivo na armadura caso necessário após verificação. | |
| Outras considerações | |
| | |

APÊNDICE B

| FICHA DE INSPEÇÃO - SEGREGAÇÃO E CORROSÃO | |
|---|-------------------------|
| Tipo de obra: Galpão industrial | Ano de construção: 2019 |
| Tipo de estrutura: Pilar | |
| Patologia analisada: Segregação seguida de corrosão da armadura | |
| Análise da patologia (Dados observados) | |
| Segregação profunda detectada na região inferior do pilar; Armadura exposta e com indícios de corrosão acentuada; | |
| Anamnese | |
| Entrevista com o engenheiro responsável; Análise do projeto estrutural, sistema de concretagem e notas do concreto; | |
| Análise de risco | |
| Baixo risco - reparo necessário para manutenção da vida útil da estrutura. | |
| Propriedades do concreto | |
| Fck de 30MPa; Dimensão máxima do agregado: 19mm | |
| Propriedades da estrutura | |
| Pilar pré-fabricado na própria obra e içado com guindaste md30; Concreto vibrado com vibrador de 60Hz e 1500W de potencia; Cura de 28 dias do pilar respeitada segundo relatos do engenheiro; | |
| Ensaio recomendado | |
| Esclerometria para aferir se a resistência do concreto foi comprometida no local; Análise do PH do concreto no local com ensaios de fenolftaleína; | |
| Reparos sugeridos | |
| Escoramento da estrutura Escarificação dos locais afetados pela segregação; Encamisamento do pilar seguido de reparos no concreto; | |
| Outras considerações | |
| Verificar ainda, após a escarificação, a situação que a armadura se encontra. | |

APÊNDICE C

| FICHA DE INSPEÇÃO - SEGREGAÇÃO E CORROSÃO | |
|--|-------------------------|
| Tipo de obra: Teatro Municipal | Ano de construção: 2011 |
| Tipo de estrutura: Rampa em concreto armado | |
| Patologia analisada: Infiltração seguida de lixiviação | |
| Análise da patologia (Dados observados) | |
| Eflorescências identificadas com diversas estalactites formadas no exterior da estrutura; Manchas marrons indicando carreamento de material de corrosão; Pintura estufada; | |
| Anamnese | |
| Entrevista com o supervisor do teatro e com um pedreiro que atuou na obra; | |
| Análise de risco | |
| Baixo risco - reparo necessário para manutenção da vida útil da estrutura. | |
| Propriedades do concreto | |
| Desconhecidos | |
| Propriedades da estrutura | |
| Rampa moldada, armada e concretada na própria obra; | |
| Ensaio recomendado | |
| Ensaio laboratoriais afim de descobrir o material que está sendo retirado do concreto; | |
| Reparos sugeridos | |
| Retirada do revestimento existente na parte superior da rampa, impermeabilização do local e fixação de um novo revestimento. | |
| Outras considerações | |
| É nítido as rachaduras observadas no revestimento, o que indica a necessidade de reparou ou substituição do mesmo | |

APÊNDICE D

| FICHA DE INSPEÇÃO | |
|---|-------------------------|
| Tipo de obra: Supermercado | Ano de construção: 2005 |
| Tipo de estrutura: Pilar | |
| Patologia analisada: Desplacamento | |
| Análise da patologia (Dados observados) | |
| Desplacamento do concreto do pilar e de uma série de azulejos; Tomada a espessura do cobrimento + emboço + revestimento; | |
| Anamnese | |
| Entrevista com proprietário; | |
| Análise de risco | |
| Baixo Risco - reparo recomendado para manutenção da vida útil da estrutura e conforto estético. | |
| Propriedades da estrutura | |
| Pilar pré moldado e armado <i>in loco</i> . | |
| Ensaio recomendado | |
| Nenhum ensaio necessário evidente. | |
| Reparos sugeridos | |
| Recomposição do cobrimento; Assentamento de novos azulejos. | |
| Outras considerações | |
| | |

APENDICE E

| FICHA DE INSPEÇÃO - INFILTRAÇÃO | |
|---|-------------------------|
| Tipo de obra: Centro Espirita | Ano de construção: 1973 |
| Tipo de estrutura: Viga Baldrame | |
| Patologia analisada: Sinais de infiltração da água na viga baldrame | |
| Análise da patologia (Dados observados) | |
| Lodo em grande parte do piso próximo a viga Gramma presente nas fissuras entre o chão e a viga Infiltração por capilaridade na parede Sistema de drenagem não existe | |
| Anamnese | |
| Entrevista com o proprietário e laudo apresentado após a visita; Vizinho sem sistema de drenagem. | |
| Análise de risco | |
| Médio risco - Estrutura frágil e antiga, porém já reforçada - Reparos devem ser realizados rapidamente. | |
| Propriedades do concreto | |
| Desconhecido; | |
| Propriedades da estrutura | |
| Estrutura com idade elevada; Fissuras entre a parede e a viga. | |
| Ensaio recomendado | |
| Nenhum ensaio necessário evidente; | |
| Reparos sugeridos | |
| Impermeabilização da viga baldrame com tinta asfáltica; Aplicação de argamassa polimérica, resina sintética e adesivo hidrofugante nas paredes afetadas. | |
| Outras considerações | |
| Uma rede de drenagem é essencial tanto no terreno vizinho quanto no da própria estrutura para evitar a reincidência da patologia. | |