

Fissuração no Concreto Armado: Possíveis Causas e Técnicas de Resolução

Cracking in Reinforced Concrete: Possible Causes and Techniques of Resolution

DOI:10.34117/bjdv6n12-148

Recebimento dos originais: 07 /11/2020

Aceitação para publicação: 07 /12/2020

Amanda Fernandes Pereira da Silva

Engenheira Civil

Instituição: Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

Endereço: Rua Território Fernando de Noronha, nº2063 – Bairro Aeroporto, CEP: 64007-250

Teresina – PI, Brasil

E-mail: amandafeernandes09@gmail.com

Diego Silva Ferreira

Mestre em Engenharia dos Materiais

Instituição: Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Endereço: End. Comercial IFPI: Rua Álvaro Mendes, nº94 – Centro (Sul), CEP: 64000-040, Teresina

– PI, Brasil

E-mail: diegof.engenheiro@gmail.com

Laécio Guedes do Nascimento

Bacharel em Teologia, Pós Graduado em Ciências da Religião, Docência do Ensino Superior,

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

Endereço: Rua 5, nº435, Bairro Mangueira, Timon – MA, Brasil

E-mail: laecioguedes25@hotmail.com

Gustavo José da Costa Freitas

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

Endereço: Rua João Cabral, nº1889, Bairro Vermelha, Teresina - PI, Brasil

E-mail: gjcfreitas21@gmail.com

Amanda Karoline Barbosa Aguiar

Engenheira Civil

Instituição: Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)

Endereço: Rua Anizio Pires, nº1509 – Bairro Nova Brasília, Teresina – PI, Brasil

E-mail: ak.ba@outlook.com.br

RESUMO

Como o concreto armado é um mecanismo de construção bastante utilizado no Brasil, tem-se uma quantidade significativa de estruturas que apresentam o seu desempenho sendo ameaçado e comprometido devido a aparições de patologias. Sendo o fenômeno da fissuração uma anomalia que surge de maneira mais frequente em estruturas de concreto armado, é imprescindível que haja aperfeiçoamento de estudos sobre esse tipo de patologia para que se tenha um controle eficaz desta

afim de não haver danos graves a ponto de prejudicar a funcionalidade, segurança, aparência, durabilidade e desempenho da edificação. Em virtude disso, neste trabalho estudou-se de forma criteriosa, baseando-se em literaturas, algumas das características dessas fissuras incluindo possíveis causas, suas origens e técnicas de resolução de forma a agregar informações na identificação do correto diagnóstico desta patologia com a finalidade de servir de base para pesquisas futuras. Mas para isso, primeiramente, foi feita uma revisão bibliográfica sobre as causas e origens das patologias em geral de modo a reforçar o entendimento quanto à manifestação dessas anomalias que se tornaram uma problemática no âmbito da construção civil. Chegou-se ao conhecimento que a fase mais importante do estudo é o diagnóstico que, se for equivocado, resultará em intervenções inúteis.

Palavras-chave: Fissuras, Patologias, Concreto armado.

ABSTRACT

As reinforced concrete is a construction mechanism widely used in Brazil, a significant number of structures have their performance being threatened and compromised due to pathologies. Since the phenomenon of cracking is an anomaly that appears more frequently in reinforced concrete structures, it is essential to improve studies on this type of pathology in order to have an effective control of it so that there is no serious damage to the functionality, safety, appearance, durability and performance of the building. Because of this, this work has been carefully studied, based on literature, some of the characteristics of these fissures including possible causes, their origins and resolution techniques in order to aggregate information in the identification of the correct diagnosis of this pathology with the purpose of serving as a basis for future research. But for this purpose, first of all, a bibliographical review was made on the causes and origins of the pathologies in general in order to strengthen the understanding as to the manifestation of these anomalies that have become a problem in the field of civil construction. It was learned that the most important phase of the study is the diagnosis which, if mistaken, will result in useless interventions.

Keywords: Fissures, Pathologies, Reinforced concrete.

1 INTRODUÇÃO

As fissuras são aberturas que têm uma participação importante no quesito de funcionar como veículo condutor de agentes agressivos à estrutura. Estas afetam a superfície do concreto e ocorrem no instante em que as deformações sofridas por este elemento estrutural ultrapassam as deformações críticas.

“ Em todas as construções, que tem sua estrutura executada em concreto, fissuras podem surgir depois de anos, dias ou mesmo horas. As causas destas fissuras são várias e de diagnóstico difícil. O termo fissura é utilizado para designar a ruptura ocorrida no concreto sob ações mecânicas ou físico-químicas. ” (FIGUEIREDO, 2005).

“ A fissuração nos elementos estruturais de concreto armado é causada pela baixa resistência à tração do concreto. Apesar de indesejável, o fenômeno da fissuração é natural (dentro de certos limites) no concreto armado. O controle da fissuração é importante para a segurança estrutural em serviço, condições de funcionalidade e estética (aparência), desempenho (durabilidade, impermeabilidade, etc.). Deve-se garantir, no projeto, que as fissuras que venham a ocorrer apresentem aberturas menores do que os limites estabelecidos considerados nocivos. Pequenas aberturas de fissuras, mesmo sem colocar em risco a durabilidade da estrutura, podem provocar

alarme nos usuários leigos pelo efeito psicológico. Assim, a abertura máxima das fissuras, sem prejudicar a estética ou causar preocupação nos usuários depende da posição, profundidade, finalidade da estrutura, distância do observador, etc.” (SILVA, 2003).

“O que se espera em uma estrutura de concreto armado é que esta cumpra requisitos mínimos de segurança, funcionalidade e aspecto estético que lhe sejam exigidos em função das ações e influências ambientais que venham a atuar sobre a mesma durante sua vida útil.” (REIS E LOPES, 2006).

Porém, devido a determinados problemas patológicos, o que se tem visto, é uma grande degradação dessas estruturas nos últimos anos.

Muitas das interações que ocorrem entre os elementos que constituem o concreto armado (cimento, areia, brita, água e aço), com os aditivos e os agentes externos, resultam em irregularidades na referida estrutura que podem comprometer a sua eficiência, provocar efeitos estéticos indesejáveis ou causar desconforto psicológico nos usuários. (PIANCASTELLI, 1997)

É a partir destes “sintomas” que se inicia o processo de análise das respectivas causas e origem do fenômeno patológico, primordial para a correta identificação do problema. O correto é que as patologias do concreto armado sejam evitadas ou, então, tratadas de tal forma para que não ocorra perda da estrutura ou de peças estruturais.

É importante ressaltar que as normas procuram incorporar medidas intensas – critérios de durabilidade -, que se baseiam nos meios pelo qual o concreto (expansão e corrosão) e o aço (corrosão) deterioram-se. Assim, as principais medidas de prevenção estão relacionadas a esses critérios juntamente às sugestões para projeto e execução da obra.

A norma NBR 6118 (2014), no item 7.3, ainda cita outras recomendações que são importantes na busca da durabilidade de uma estrutura, no que diz respeito às formas arquitetônicas e estruturais:

a) Disposições arquitetônicas ou construtivas que possam reduzir a durabilidade da estrutura devem ser evitadas;

b) Deve ser previsto em projeto o acesso para inspeção e manutenção de partes da estrutura com vida útil inferior ao todo, tais como aparelhos de apoio, caixões, insertos, impermeabilizações e outros.

Nas estruturas, a vida útil está diretamente relacionada à durabilidade e ao desempenho do concreto.

“Tradicionalmente, a durabilidade de uma estrutura de concreto tem sido considerada através de regras implícitas, de modo determinístico, por intermédio de fatores como cobertura mínimo, relação água/aglomerante máxima, limitação de abertura de fissuras, tipo de cimento, tipo de aditivo, etc. Estes valores são tomados a partir de pesquisas de laboratório ou de campo e lições oriundas da experiência prática. Os resultados que se tem obtido com este procedimento leva, em geral, a um grau satisfatório de durabilidade, mas com variações significativas (positivas ou negativas) devido à grande influência das condições reais do meio ambiente envolvente e do concreto real colocado nas peças estruturais.” (ISAIA, 2001).

Com isso, a fase mais importante no processo de determinação de patologias que inferem na durabilidade e, conseqüentemente, na vida útil do concreto é o correto diagnóstico para, assim, agir-se de modo eficiente propiciando uma recuperação adequada ao tipo de problema apresentado. Pois, se for de maneira equivocada, resultará em intervenções impróprias, que pode dificultar possíveis estudos futuros. A utilidade do tratamento ou da solução só pode ser confirmada quando se há uma resposta aceitável e convincente da estrutura ao tratamento.

Em face ao exposto, este trabalho tem o objetivo de contribuir com sugestões úteis para se determinar o correto diagnóstico da patologia de fissura que aparece fluentemente em estruturas de concreto armado baseando-se nas suas possíveis causas e origens de tal modo a servir de embasamentos para pesquisas futuras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CAUSAS E ORIGENS DAS PATOLOGIAS

Para distinguir as causas que provocam o surgimento de patologias no concreto é preciso observar a forma que ocorre a manifestação que, normalmente, é tida em partes externas das estruturas. Mas, há partes externas que não são perceptíveis, como é o caso de fundações, arrimos, piscinas, dentre outros, que estão parciais ou totalmente enterradas; as faces internas das juntas de dilatação; e as do interior de galerias e reservatórios. Nesses locais citados anteriormente, o problema só é detectado se for identificado por inspeções que forem programadas e executadas especificadamente. (PIANCASTELLI, 1997)

De forma a exemplificar, as manifestações a seguir podem indicar a existência de patologias no concreto:

- Fissuras e Trincas;
- Desagregação;
- Erosão e Desgaste;
- Disgregação (Desplacamento ou Esfoliação);
- Segregação;
- Manchas;
- Eflorescência;
- Calcinação;
- Flechas Exageradas;
- Perda de Aderência entre concretos (nas juntas de concretagem);

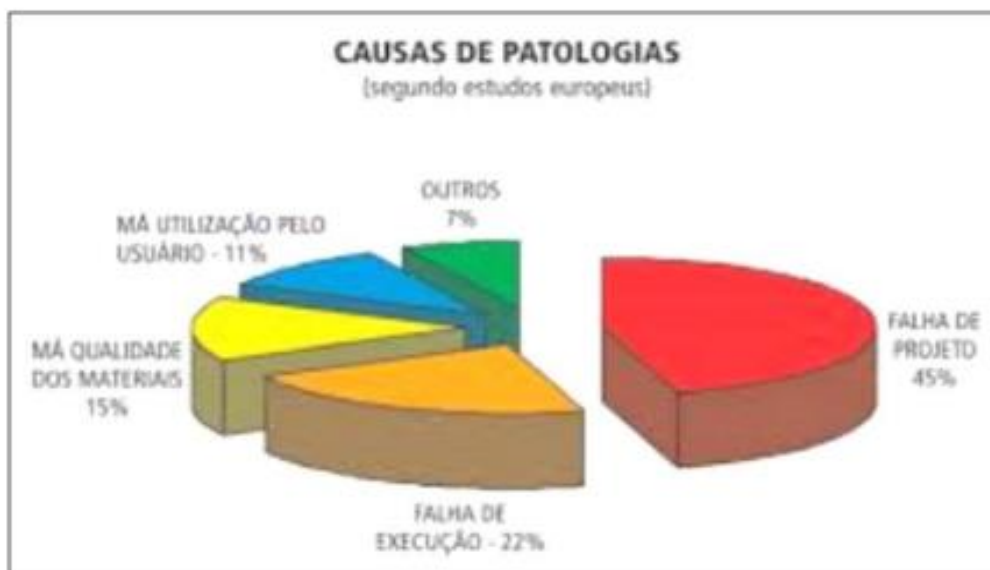
- Porosidade;
- Permeabilidade.

Os aspectos que influenciam na origem de uma patologia são a etapa da vida da estrutura em que surgiu e a predisposição para que agentes desencadeassem seu processo de formação. As origens das anomalias mais comuns do concreto são:

- Defeitos de projeto;
- Má qualidade dos materiais ou uso inadequado;
- Erros na execução;
- Erosão e desgaste;
- Utilização para fins diferentes dos calculados em projeto;
- Falta de manutenção no decorrer do tempo;
- Uso inadequado da estrutura.

Na Figura 01, pode-se observar que as patologias são motivadas, geralmente, por falhas no planejamento que antecede à construção. Similarmente, podem ocorrer na realização de uma ou várias tarefas durante o processo de execução da obra, ou em seguida, quando há o término da construção e entregue ao usuário.

Figura 01 – Gráfico que relaciona as principais causas de patologias.



Fonte – Couto (2007)

Há ainda as patologias motivadas por agentes externos como: ação da umidade, variação de temperatura, instabilidade do solo, ação excessiva dos ventos. Pode-se citar até situações mais graves e catastróficas como abalos sísmicos. Esses agentes causam patologias das mais simples às mais graves, e é missão do profissional de Engenharia prever e dimensionar a estrutura, de modo a evitar ao máximo o acontecimento de patologias decorrentes desses fenômenos.

3 CARACTERÍSTICAS, POSSÍVEIS CAUSAS E ORIGENS DAS FISSURAS

Os “sintomas” mais comuns que ocorrem nas estruturas e com causas muito variadas são as fissuras. Essas causas dependem da sua posição com relação ao elemento, a abertura, a direção e seu grau de desenvoltura (com relação à direção e à abertura). E quanto a sua ocorrência inerente ao concreto armado, onde depende da dimensão na qual a seção foi calculada nos Estágios II (comportamento do concreto na flexão pura, seção fissurada) ou III (refere-se ao estado limite último do concreto na flexão pura, ruptura). Ou seja, a manifestação da fissura nem sempre é, portanto, manifestação patológica, já que corresponde às aberturas e suas causas.

Baseando-se na NBR 6118 (2014), as fissuras são consideradas agressivas quando sua abertura na superfície do concreto armado ultrapassa os seguintes valores: a) 0,2 mm para peças expostas em meio agressivo muito forte (industrial e respingos de maré); b) 0,3 mm para peças expostas a meio agressivo moderado e forte (urbano, marinho e industrial); c) 0,4 mm para peças expostas em meio agressivo fraco (rural e submerso). Na Figura 02, em pesquisa sobre as fissuras em estruturas de concreto armado, Dal Molin (1988) detectou as principais causas de fissuras, com as respectivas incidências.

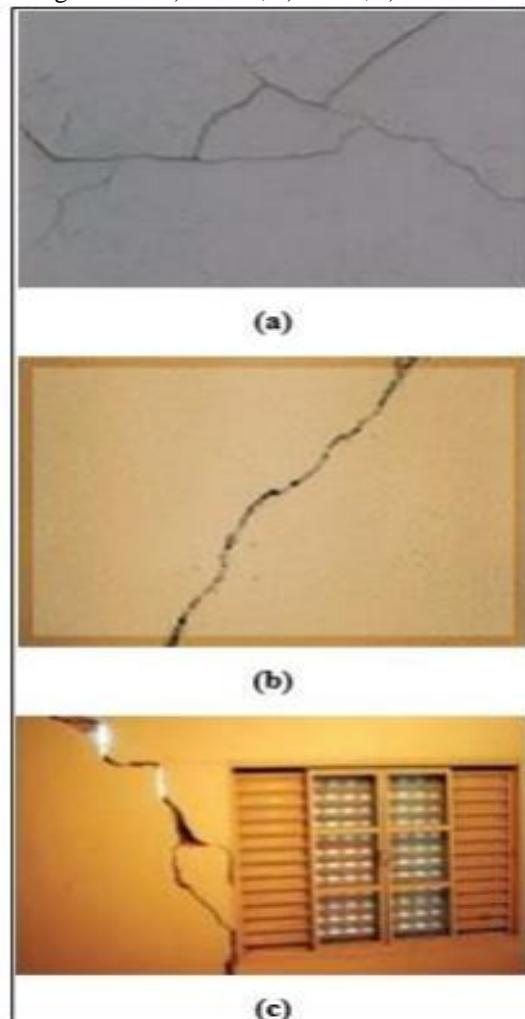
Figura 02 – Tipos e incidência de fissuras em concreto armado.



Fonte – Dal Molin (1988)

O conceito de fissura com relação à “trinca” e “rachadura” diferenciam-se entre si em alguns aspectos. Por exemplo, as trincas possuem dimensões diferentes (possuem aberturas maiores que 0,5 mm) das fissuras, mas assemelham-se no que diz respeito ao tratamento. Enquanto as rachaduras são diferenciadas das demais devido a uma abertura bem mais profunda e acentuada com dimensão superior a 1 mm e a partir de 1,5 mm são denominadas de fendas. Á título de demonstração, tem-se a Figura 03 com exemplos de fissura, trinca e rachadura.

Figura 03 – a) fissura, b) trinca, c) rachadura.



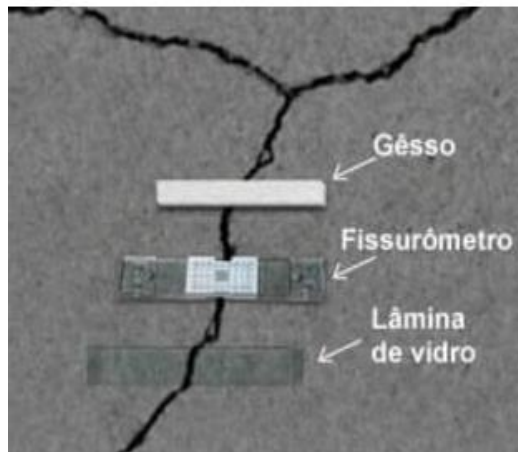
Fonte – Fórum da Construção (2015)

3.1 FISSURAS ATIVAS OU INATIVAS

É com a especificação do tratamento é possível analisar se a fissura é ativa (viva ou instável) – que apresenta variação de abertura –, ou se é inativa (morta ou estável) – que não apresenta variação de abertura.

Para verificar essa análise, ver Figura 04.

Figura 04 – Utensílios utilizados para a checagem da fissuração.



Fonte – Piancastelli (1997)

Conforme a Figura 04, observa-se que com a utilização de plaquetas de vidro ou gesso pode-se fazer uma análise de checagem na abertura, contudo se rompem caso a fissura venha a variar. Mas também por meio da medição de forma direta dessa variação com o uso do fissurômetro. Para dar um tratamento eficaz à fissura é importante identificar o agente causador que pode ser: atuante, onde a fissura possui instabilidade e não atuante, na qual possui estabilidade.

Assim, é possível determinar algumas possíveis causas de fissuras conforme ver-se no Quadro 01.

Quadro 01 – Algumas causas de fissuras.

MATERIAL	CAUSA	“SINTOMA”
NO CONCRETO FRESCO	Assentamento plástico; Dessecação superficial; Vibrações; Retração hidráulica; Variações térmicas.	FISSURAS
NO CONCRETO ENDURECIDO	Esforços solicitantes excessivos, principalmente flexão e cisalhamento; Concentração de tensões; Recalques de fundação; Corrosão de armaduras; Retração hidráulica.	FISSURAS

Fonte – Piancastelli (1997) – Adaptado pelo autor

4 TÉCNICAS DE RESOLUÇÃO DE FISSURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

As técnicas de resolução em fissuras iniciam-se com a verificação se elas são ativas ou inativas, como visto anteriormente. As fissuras consideradas inativas são as que são causadas por retração hidráulica, recalques estabilizados e juntas de concretagem mal executadas, devido a esforços excessivos ou intervenção de reforços. Enquanto as fissuras que são consideradas ativas estão relacionadas à variação de temperatura, onde funcionam como ‘juntas naturais’.

Contudo, pode-se sintetizar que se o agente causador da fissura não mais atua no local, pode-se identificar como inativa, caso contrário, como ativa. Porém, no quesito do comportamento do reparo, qualquer fissura pode ser tratada como ativa.

A seguir serão abordadas algumas técnicas de resolução de maneira específica, dependendo da característica da fissura.

1. Reparos nas inativas – consiste na recuperação do concreto onde este se encontra sem separações (monoliticidade). É feito a aplicação de produtos que funcionam como adesivos (ver Figura 05 como exemplo) que são capazes de promover a aderência entre os concretos de suas duas faces. Pode ser aplicado por gravidade ou por injeção sob pressão (ar comprimido), conforme o caso.

Figura 05 – Adesivo fluido de base epóxi que é uma resina sintética que melhora a aderência das argamassas e concretos e atribuindo alto desempenho.



Fonte – Techne (2017)

2. Reparos nas ativas (ou inativas com monoliticidade não exigida) – é feito por junta de dilatação. É sugerido que as ‘novas juntas’ devem ser vedadas com mastiques ou outros materiais elásticos (ver um

exemplo na Figura 06) de modo a impedir a penetração de materiais que impeçam sua livre movimentação (pó, areia, brita etc.) ou que sejam prejudiciais ao concreto (água, óleo, fuligens etc.)

Figura 06 – Resina de poliuretano que possui alta elasticidade e preenchem trincas de até 0,1 mm de abertura.



Fonte – Techne (2017)

3. Reparos especiais – refere-se aos casos onde a execução de técnicas padronizadas são ineficazes. Nesses casos, há adaptações, combinações de técnicas ou procedimentos alternativos.

Figura 07 – Revestimento polimérico e primer inibidor de corrosão que formam sobre a superfície uma proteção impermeável aderente ao aço e ao concreto.



Fonte – Techne (2017)

Logo, a análise das fissuras faz-se uma classificação das mesmas segundo a sua estabilidade. Diz-se que uma fissura está estabilizada, é passiva ou morta quando a causa que a provocou foi eliminada e, por isso, a fissura não tem movimento longitudinal ou transversal. Uma fissura é ativa quando a causa que a provoca continua existindo, portanto, tem movimento (MAYÁN, 2003).

E segundo a mesma, à título de conhecimento, alguns outros procedimentos são sugeridos e que podem ser efetuados para a realização de reparos nas estruturas em concreto armado:

- Limpa-se a fissura com jato de ar e aumenta-se a espessura da mesma para, em seguida, tratá-la;
- Aplica-se material epóxi sobre a superfície como selante;
- Injeta-se resina epóxi nos orifícios na parte inferior até que o material transborde pela parte superior;
- Finalmente, fecham-se os orifícios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi visto existem inúmeros problemas patológicos que comprometem o desempenho das estruturas, mas que a correta escolha da técnica a ser empregada em suas recuperações estruturais é que vai tratar o problema e garantir êxito no trabalho. A condição fundamental para a escolha desta técnica é a identificação e classificação das ocorrências que resulte em um diagnóstico que corrija adequadamente as anomalias observadas. Contudo, cada obra tem suas respectivas restrições e circunstâncias, de caráter construtivo e executivo, na qual não se pode padronizar um único método de diagnóstico.

Por isso, esta pesquisa teve a intenção de representar uma introdução ao tópico de patologias dando ênfase às fissuras com o estudo de algumas características, causas, origens e algumas práticas de reparação sugeridas em estruturas de concreto armado. Utilizou-se de diversas literaturas para aprofundar a análise feita afim de disseminar e atribuir conhecimento tanto de interesse acadêmico como profissional. Onde este estudo pode servir de aproximação e referência ao tema.

REFERÊNCIAS

Adesivo fluido de base epóxi que é uma resina sintética que melhora a aderência das argamassas e concretos e atribuindo alto desempenho. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/146/artigo285462-2.aspx>> Acesso em: 27 de ago. de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções. Portugal: Universidade de Coimbra, 2007.

DAL MOLIN, D.C.C. Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988.

FIGUEIREDO, E. P. Mecanismo de Transporte de Fluidos no Concreto. São Paulo: IBRACON, 2005.
GONÇALVES, E. A. B. Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2015.

ISAIA, G. C. Durabilidade do concreto ou das estruturas de concreto. São José dos Campos: Workshop sobre durabilidade das construções, 2001.

MAYÁN, C. T. Patologias, recuperação e reforço com protensão externa em estruturas de pontes. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013. 129 p., 29,7cm.

PIANCASTELLI, E. M. Patologias do concreto. Minas Gerais: UFMG, 1997. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-do-concreto_6160_10_0>. Acesso em: 13 de jun. de 2017.

REIS, C. de O.; LOPES, A. M. J. Considerações sobre prova de carga em estruturas de concreto. Ouro Preto: REM, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672007000100005>. Acesso em: 13 de jun. de 2017.

Resina de poliuretano que possui alta elasticidade e preenchem trincas de até 0,1 mm de abertura. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/146/artigo285462-2.aspx>> Acesso em: 27 de ago. de 2017.

Revestimento polimérico e primer inibidor de corrosão que formam sobre a superfície uma proteção impermeável aderente ao aço e ao concreto. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/146/artigo285462-2.aspx>> Acesso em: 27 de ago. de 2017.

SILVA, R.C. Vigas de concreto armado com telas soldadas: análise teórica e experimental da resistência à força cortante e do controle da fissuração. São Carlos: USP, 2003.