Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS COMUNS EM OBRAS DE ARTE ESPECIAIS PARA MORFOLOGIA EM VIGA CAIXÃO

G. MARINHO
Engenheiro Civil
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
gabrielmarinho17@hotmail.com

E. SANTOS
Engenheira Civil
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
elainesouza.cad@gmail.com

F. KOSLOSKI
Estudante
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
kosloskiflavia@gmail.com

E. PACHECO
Estudante
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
edieinys@gmail.com

M. L. SANTOS FILHO
Engenheiro Civil
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
maurolacerda1982@gmail.com

H. CEZARIO
Estudante
Universiade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
helo.cezario@gmail.com

RESUMO

O Brasil depende das rodovias para garantir o escoamento de sua produção e, consequentemente, a efetiva distribuição de insumos básicos para a população. Tendo isso em vista, torna-se essencial o controle de manifestações patológicas das Obras de Arte Especiais (OAE), que essas são as estruturas de interligação de vias. Atenta-se para a iminência de ruptura dessas estruturas, que podem interromper, por tempo indeterminado, o transporte de mercadorias no país. Sendo assim, abordaram-se as principais manifestações patológicas existentes em OAE com sistema construtivo em viga caixão, amplamente utilizado em todo o Brasil. Este estudo busca auxiliar as inspeções rotineiras realizadas, informando pontos que necessitem de atenção, além de apontar erros executivos comuns que possam danificar a OAE. Com isso, facilita-se a tomada de decisão em relação à manutenção dessas estruturas, visando uma maior confiabilidade do sistema de inspeção e recuperação. Analisou-se 152 Obras de Artes Especiais no estado do Paraná, inspecionadas pelo EMEA – Escritório Modelo de Engenharia Civil em parceria com o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), das quais 20% utilizam a viga caixão em sua morfologia. As manifestações mais recorrentes foram os diversos níveis de corrosão de armadura.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

ABSTRACT

Brazil depends on the highways to ensure the flow of its production and an effective distribution of basic inputs for society. Keeping this in view, it's essential has a control of pathological manifestation of The Special Construction Work. Give a consideration of the possibility of a structure breakdown, which can stop for an indefinite period, the transport of goods around the country. Therefore, It was taken into consideration the main pathological manifestation with the box girder construction process, usually used in Brazil. This article try to assist regular inspection of bridges, helping with some points that needs more attention and to target some issues with the process, which could damage the Special Construction Work. This study makes the decision of the maintenance easier, giving more reliability to the inspection process. EMEA (Civil Engineer Model Office) analyzed 152 Special Construction Work in partnership with DNIT, which 20% used box girder in the structure. The frequently manifestation was different levels of rusting.

1. INTRODUÇÃO

A importância das Obras de Arte Especiais (OAE) está baseada, principalmente, na necessidade de ligação entre duas localidades distintas, garantindo assim, que determinados obstáculos sejam superados.

Em um país predominantemente rodoviário, o colapso de uma OAE pode causar transtornos sociais, culturais e econômicos na população, desde a situada ao redor da estrutura em questão, até a que seria beneficiada com o consumo de insumos que deveriam usufruir desta para seu deslocamento.

Dito isto, torna-se importante uma análise inicial das manifestações patológicas existentes em uma obra, para que estas consigam ser tratadas antes de levar a estrutura ao colapso. Para auxiliar neste levantamento, será apresentado a seguir as manifestações mais comuns existentes em Obras de Arte Especiais que apresentam em sua estrutura vigas caixão.

Para o presente artigo serão analisadas 152 Obras de Artes Especiais no estado do Paraná, que estão sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e foram vistoriadas pelo Escritório Modelo de Engenharia Civil da UFPR (EMEA). Dentre estas, 20% referem-se a obras que possuem viga caixão em sua estrutura.

As vigas caixão são vigas formadas por duas ou mais almas, por uma única mesa inferior e uma ou mais mesas superiores, formando na sua configuração um caixão.

São altamente eficientes para estruturas em curva, devido a sua grande resistência a torção, e em obras com grandes vãos, evitando problemas de instabilidade aerodinâmica. Além dos elementos longitudinais, uma viga caixão tem também um sistema de transversinas. Uma das vantagens importantes deste método construtivo é a possibilidade de se usar a mesa superior como laje do tabuleiro, facilitando e reduzindo os custos de construção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nos últimos anos o Brasil apresentou um grande crescimento econômico, e um dos principais vetores deste desenvolvimento foi a industria da construção civil. Ela é a responsável pelo planejamento, desenvolvimento e execução das grandes obras de engenharia do país.

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento, em 2015 o consumo aparente de cimento totalizou cerca de 64,9 milhões de toneladas (SNIC, 2015) [1], que apesar de ser um número menor ao do ano anterior, ainda representa um grande consumo, visto que este material está presente em praticamente em todas as construções. Dentre estas, estão as Obras de Arte Especiais, que em geral são constituídas por concreto armado. É de suma importância o conhecimento

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

detalhado de como este material se comporta, principalmente quando esta exposto diretamente e indiretamente as intempéries, como é o caso das pontes e viadutos expostos nesta pesquisa.

2.1. Manifestações Patológicas

A ocorrência de manifestações patológicas pode ser associada a praticamente todas as fases de produção e/ou utilização de uma obra: durante a elaboração do projeto e de sua execução, escolha dos materiais e até mesmo durante o seu uso. E para que a obra desempenhe o seu papel adequadamente, de modo a garantir a segurança e o conforto do usuário, outro aspecto deve ser levado em conta: a qualidade aplicada em todas as fases da construção. Souza e Ripper (1998) [2] ressaltam as principais condições que as etapas mais importes da obra devem atender para garantir a qualidade da qual a mesma necessita. Eles afirmam que durante o processo de elaboração do projeto, deve-se levar em consideração a satisfação do cliente, a facilidade de execução, e o detalhamento e especificações adequadas, de modo a garantir a manutenção da obra. Já na etapa da construção, o prosseguimento do projeto deve meticuloso e exato, assim como a escolha dos materiais a fim de proporcionar a durabilidade necessária. Por fim, na etapa de utilização, deve se garantir o bem-estar e a segurança do usuário, assim como a previsão de manutenções periódicas.

A patologia da construção está intimamente ligada à qualidade e, embora esta última tenha avançado muito e continue progredindo cada vez mais, os casos patológicos não diminuíram na mesma proporção, embora seja verdade que a diminuição tenha sido razoável (Cánovas, 1988)[3].

Helene (1992)[4] atesta que os fenômenos patológicos possuem um comportamento específico, exibindo manifestações externas muito características, tornando possível deduzir a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos. O autor ainda enfatiza que as manifestações mais agravantes em uma estrutura de concreto armado são a corrosão da armadura, as fissuras e as flechas excessivas das peças estruturais, dado que estes podem causar o colapso da construção.

Outros estudiosos, como Souza E Ripper (1998)[2] destacam a importância de se conhecer e entender o surgimento e o desenvolvimento das manifestações patológicas, compreendendo suas causas antes de qualquer outra providência, para depois aplicar uma solução eficiente.

No presente estudo, as pontes e viadutos estudados, além de estarem suscetíveis as falhas citadas anteriormente, também estão habitualmente expostas as intempéries e a ambientes agressivos. A NBR 6118 (ABNT,2007)[5] ressalta que os principais mecanismos para deterioração do concreto são: a lixiviação por ação de águas puras,carbônicas agressivas ou ácidas,que dissolvem e carreiam os compostos hidratados do cimento;reações deletérias superficiais de alguns agregados; expansão por ação de águas; e solos que estejam contaminados com sulfatos, propiciando reações expansivas e deletérias, dentre outros. Já os principais mecanismos responsáveis pela deterioração da armadura são a despassivação por carbonatação e despassivação por elevado teor de cloreto.

Segundo o Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários, desenvolvido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT,2010)[6], as pontes de concreto armado, embora reconhecidas pelo seu baixo custo de manutenção e pela sua durabilidade, deterioram-se pelas mesmas razões que as pontes construídas com outros materiais: envelhecimento, construção pouco apurada, estruturas subdimensionadas para cargas móveis sempre crescentes e projetos deficientes para os padrões atuais. Mostra a importância do entendimento e da prevenção de ocorrência de manifestações patológicas nessas obras.

3. METODOLOGIA

O presente estudo utilizou dados obtidos a partir das inspeções de Obras de Artes Especiais, realizadas pelo Escritório Modelo de Engenharia Civil. Tal processo de inspeção é composto por diversas etapas, sendo que destas, uma das mais

importantes é o cadastramento da morfologia e das manifestações patológicas encontradas em uma OAE,este cadastramento ocorre em campo. Foram coletados e analisados dados (elementos e manifestações patológicas) referentes às pontes e viadutos em viga caixão localizados no estado do Paraná, sob jurisdição do DNIT.

Para uma analise adequada, a manifestação patológica foi verificada levando em conta a estrutura como um todo, considerando a importância do elemento onde se encontrava e a intensidade com que se repetia. Os principais elementos existentes em OAE's em viga caixão estão expostos na Tabela 21.

Tabela 21: Principais elementos de OAE em viga caixão. (OsAutores, 2015)

Principais Elementos de uma OAE em Viga Caixão
Lajeemconcretoarmado
Viga Caixão
Pilares
Aparelhos de apoio
Encontro
Pavimento asfáltico
Barreira
Defensa metálica
Guarda -Rodas
Operação e sinalização
Drenagem
Blocos de fundação

3.1. Principais elementos de um OAE em viga caixão

Uma ponte ou viaduto em viga caixão é composto por diversos elementos que estão distribuídos na superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura, sendo que além dos estruturais, no modelo desenvolvido pelo EMEA são considerados outros componentes, como por exemplo a parte de sinalização e operação dessas estruturas. A seguir, apresentam-se breves descrições dos principais elementos de Obra de Arte Especial em viga caixão.

3.1.1. Lajes

Existem diferentes tipos de lajes que são empregados na construção civil, sendo que estes podem ser classificadas de acordo com a composição, tipo de apoio, esquema de cálculo, dentre outros. O Modelo desenvolvido pelo EMEA, fez a diferenciação dos mesmos de acordo com a composição, sendo que as lajes em concreto armado foram as mais encontradas em pontes viadutos em viga caixão.

Segundo a NBR 6118 (ABNT,2003)[7], lajes ou placas são elementos de superfície plana sujeitos principalmente à ações normais a seu plano. De forma geral, as lajes estão submetidas a solicitações verticais que atuam nas estruturas e são repassados para apoios (vigas e pilares).

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

3.1.2. Vigas Longitudinais

Considerou-se para este estudo vigas longitudinais do tipo viga caixão em concreto armado e em concreto protendido. Vigas caixão metálicas não foram abordadas, visto que não houve ocorrência desta morfologia no banco de dados analisado. A definição de uma viga caixão ja foi apresentada anteriormente.

3.1.3. Pilares

Segundo a NBR 6118 (ABNT,2014)[8], pilares são elementos estruturais lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que forças normais de compressão são preponderantes. Sua principal função destes elementos é receber os carregamentos das vigas e transmiti-los até a estrutura da fundação. Os pilares mais comuns em estruturas na morfologia em questão foram os em colunas de concreto armado.

3.1.4. Aparelhos de apoio

De acordo com a norma desenvolvida pelo DNIT (091/2006 –ES)[9], os aparelhos de apoio são dispositivos que fazem a transição entre a superestrutura e a mesoestrutura ou a infraestrutura.As três principais funções dos aparelhos de apoio são: transmitir as cargas da superestrutura à mesoestrutura ou à infraestrutura; permitir os movimentos longitudinais da superestrutura devidos à retração própria da superestrutura e aos efeitos da temperatura, expansão e retração; e permitir as rotações da superestrutura, motivadas pelas deflexões provocadas pela carga permanente e pela carga móvel.

Os aparelhos de apoio mais comuns encontrados nas pontes e viadutos inspecionados foram os elastoméricos, do tipo *Neoprene* fretado. Este elemento, em geral, são compostos por borracha de policloropeno, e são comumente utilizados devidos as suas boas características mecânicas e pela sua ótima capacidade isotérmica.

3.1.5. Encontro

Os encontros são elementos que possuem dupla função: suporte da ponte e proteção do aterro contra intempéries. Dessa forma, são responsáveis por resistir as cargas verticais e horizontais originadas pela superestrutura, e transmiti-las para o solo.

Porém, muitas das extremidades de pontes e viadutos encontravam-se em balanço, desta forma era comum a utilização de cortinas de concreto armado. De acordo com RESOT.art. 18°(1997) [10], as cortinas são muros ou paredes de espessura relativamente reduzida, de aço, concreto armado ou madeira, suportadas por ancoragens, escoras ou impulso passivos do terreno. A resistência à flexão destas estruturas desempenha uma função significativa na contenção do terreno, sendo a contribuição do seu peso insignificante.

3.1.6. Pavimento

Os dois tipos de pavimentos encontrados nas OAE's inspecionadas foram o asfáltico e o de concreto armado.

O pavimento asfáltico é formado por múltiplas camadas, sendo que o revestimento é a camada destinada a receber as solicitações provenientes dos veículos, além de ser o mais afetado pelo clima. Em sua maioria, os pavimentos brasileiros são constituídos de uma mistura de agregados minerais, de variadas dimensões e fontes e de ligantes asfálticos, que em geral, proporcionam a impermeabilidade, flexibilidade, resistência, dentre outros requisitos que um pavimento deve garantir.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Pavimentos de concreto, também conhecidos como pavimentos rígidos, trata-se de uma tecnologia segura e reconhecida mundialmente. Por não sofrer deformação plástica, proporciona elevada qualidade de rolamento e reduzido custo de manutenção. Além disso, apresenta uma vida útil superior ao de pavimentos asfálticos. Por apresentarem elevada capacidade de absorção de cargas e distribuírem estas por uma área elevada, transmitem poucas solicitações a base do pavimento. Pode ser encontrada em concreto simples, concreto armado ou protendido.

3.1.7. Barreira e defensa

Segundo a norma desenvolvida pelo DNIT (110/2009-ES) [11], as barreiras de concreto em rodovias são dispositivos de proteção, rígido e contínuo, implantando ao longo das rodovias, com forma, resistência e dimensões capazes de fazer com que veículos desgovernados sejam reconduzidos à pista, sem brusca redução de velocidade nem perda de direção, causando o mínimo de danos ao veículo, seus ocupantes e ao próprio dispositivo, de modo que os acidentes não sejam agravados por fatores como, por exemplo, saídas de pista, colisão com objetos fixos (árvores , postes, pilares) e colisão frontal com veículos trafegando na pista de fluxo oposto. Sendo que, esta mesma norma determina que as barreiras utilizadas como guarda-rodas de pontes e viadutos devem obedecer aos dispositivos da Norma DNIT 109/2009.

Nas pontes e viadutos que compõem essa pesquisa, verificou-se a presença de barreiras do tipo *New Jersey* (padronizada) e não padronizadas (barreiras antigas executadas antes da vigência da Norma 109/2009 do DNIT) [12].

3.1.8. Drenagem

A drenagem é um elemento de extrema importância para a OAE, visto que a sua inexistência ou a deficiência de algum elemento que componha este sistema, pode proporcionar diversas manifestações patológicas e comprometer em grande escala a sua durabilidade. Este sistema é constituído por inúmeros elementos, dentre eles tem-se os drenos, buzinotes e as pingadeiras, sendo que estes são os mais notórios em campo.

3.2. Principais manifestações patológicas em OAE em viga caixão

Devido ao elevado número de manifestações patológicas encontradas nas obras em estudo, elaborou-se tabelas, expostas abaixo, nas quais foram apresentadas as possíveis manifestações que podem ocorrer nas vigas caixão, baseadas no material e na técnica de construção.

A Tabela 22, apresenta as principais manifestações em vigas caixão de concreto protendido.

Tabela 22: Manifestações patológicas mais frequentes em vigas caixão de concreto protendido. (OsAutores, 2015)

Principais Manifestações Patológicas Vigas Caixão de Concreto Protendido
Fissura em linha na região dos apoios
Fissura em linha no meio do vão
Fissura em linha a 45º nos cantos
Fissura na face superior sobre as vigas
Fissura mapeada
Manchas de fogo
Fragmentação por fogo
Manchas de umidade

Tabela 23: Manifestações patológicas mais frequentes em vigas caixão de concreto protendido (Conclusão). (OsAutores, 2015)

Principais Manifestações Patológicas Vigas Caixão de Concreto Protendido
Eflorescências, com surgimento de manchas esbranquiçadas
Estalactites devido a lixiviação
Desplacamento do concreto devido a altas tensões de compressão
Desgaste superficial
Corrosão da armadura (apenas mancha de corrosão)
Corrosão da armadura com desplacamento de concreto
Corrosão da armadura com desplacamento e perda de seção
Corrosão da armadura com desplacamento e rompimento da barra
Armadura exposta por deficiência de cobrimento, sem corrosão
Concreto segregado
Nicho de concretagem
Forma aderida à superfície do concreto
Desalinhamento
Deslocamento
Deformação excessiva
Choque de veículos

Já aTabela 24, expõe as principais manifestações patológicas encontradas em vigas caixão de concreto armado.

Tabela 24: Manifestações patológicas mais frequentes em vigas caixão de concreto armado. (Os Autores, 2015)

Principais Manifestações Patológicas Vigas Caixão em Concreto Armado
Fissura em linha na região dos apoios
Fissura em linha no meio do vão
Fissura em linha a 45º nos cantos
Fissura na face superior sobre as vigas
Fissura próxima ao consolo
Fissura próxima ao apoio com a superestrutura
Fissura mapeada
Manchas de fogo

Tabela 25: Manifestações patológicas mais frequentes em vigas caixão de concreto armado (Conclusão). (Os Autores, 2015)

Principais Manifestações Patológicas Vigas Caixão em Concreto Armado
Fragmentação por fogo
Manchas de umidade
Eflorescências, com surgimento de manchas esbranquiçadas
Estalactites devido a lixiviação
Desplacamento do concreto devido a altas tensões de compressão
Desgaste superficial
Corrosão da armadura (apenas mancha de corrosão)
Corrosão da armadura com desplacamento de concreto
Corrosão da armadura com desplacamento e perda de seção
Corrosão da armadura com desplacamento e rompimento da barra
Armadura exposta por deficiência de cobrimento, sem corrosão
Concreto segregado
Nicho de concretagem
Forma aderida à superfície do concreto
Desalinhamento
Deslocamento

4. RESULTADOS

Após analise realizada, foi possível desenvolver um ranqueamento baseado na frequência que determinada manifestação encontrava-se presente, evidenciado na Tabela 4. A partir destes dados foi construído um gráfico para melhor entendimento da situação (Figura 1).

Tabela 4 : Relação entre as principais manifestações patológicas em vigas caixão de concreto armado e o seus respectivos percentuais de ocorrência.(Os Autores, 2015)

Manifestações Patológicas	Ocorrência	Percentual de ocorrência
Corrosão da armadura com desplacamento de concreto	46	23%
Manchas de umidade	45	23%
Manchas de fogo	20	10%
Eflorescências, com surgimento de manchas esbranquiçadas	18	9%
Fissuras em linha a 45º nos cantos	13	7%
Corrosão da armadura (apenas mancha de corrosão)	11	6%
Fissuras em linha horizontal	10	5%

Tabela 4 : Relação entre as principais manifestações patológicas em vigas caixão de concreto armado e o seus respectivos percentuais de ocorrência (Conclusão).(Os Autores, 2015)

Manifestações Patológicas	Ocorrência	Percentual de ocorrência
Fissura em linha vertical	9	5%
Deficiência nas pingadeiras e buzinotes	9	5%
Corrosão da armadura com desplacamento e perda de seção	9	5%
Outros	6	3%



Figura 1:Principais manifestações encontras em vigas caixão de concreto armado.(Os Autores,2015)

As manifestações que apresentaram maior ocorrência foram a "Corrosão da armadura com desplacamento de concreto" e as "Manchas de umidade". Além da relação existente entre a morfologia e as manifestações, sabe-se que no Brasil a deterioração de estruturas de concreto armado é, infelizmente, muito comum, como é evidenciado por Dal Molin (1998) [13], Aranha (1994)[14], Nince (1996)[15], dentre outros.

A corrosão da armadura foi uma manifestação bastanteencontrada e considerada como grave. Inicia-se quando agentes agressivos, muitas vezes carregados pela água, alteram as condições do concreto ao redor da barra de aço, despassivando a armadura e criando uma pilha galvânica na região. Com isso começa a ocorrer o processo de corrosão

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

eletroquímica que tem como produto a formação de ferrugem, produto este significativamente mais volumoso do que o ferro em seu estado inicial. Com esta transformação passa a ser gerado tensões no interior da peça, responsáveis pela fissuração e desplacamento do concreto.

Já as manchas de umidade são formadas quando ocorre absorção de água pelos elementos da estrutura e provocam, desde modificações estéticas, até o comprometimento da OAE. Com o tempo pode acarretar no surgimento de algumas manifestações patológicas como a corrosão, a lixiviação, entre outras.

5. CONCLUSÃO

É facilmente observado uma relação entre a morfologia estudada, Obras de Arte Especiais em viga caixão, com as duas manifestações mais ocorrentes: corrosão da armadura com desplacamento de concreto e manchas de umidade.

As vigas caixão apresentam seu interior oco. Quando ocorrem problemas com a drenagem onde a água do tabuleiro não está escoando corretamente, devido a inexistência ou entupimento dos drenos, ela acaba entrando no interior do caixão, e muitas vezes estes não apresentavam sistemas de drenagem, deixando a água acumulada no interior. Estando acumulada, a água acaba penetrando nos elementos que compõe a OAE, principalmente nas vigas, e assim pode desencadear a corrosão da armadura e as manchas de umidade, dentre outras manifestações patológicas.

A água apresentou-se como o principal agente responsável pela ocorrência tanto da corrosão do concreto quanto do surgimento de manchas de humidade. Com isso foi possível concluir que, tanto na fase de construção quanto de operação da OAE's em viga caixão, deve-se tomar um cuidado ainda maior quando se estiver analisando os sistemas de drenagem destas. Evitar esses problemas podem estar ligados a uma maior vida útil da estrutura e um menor custo de reparo para os responsáveis pelas obras.

6. REFERÊNCIAS

[1] SNIC - Sindicato Nacional da Indústria do Cimento – Resultados preliminares de dezembro de 2015. Disponível em: <http://www.snic.org.br/pdfresultado/Resultados%20Preliminares%20Dezembro%202015.pdf>. Acesso em 13 de fevereiro de 2016.

[2] Souza,V.C.;Ripper.T. Patologia , recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo:Pini,1998.255 p.

[3] Fernández Cánovas, Manuel. Patologia e terapia do concreto armado. São Paulo:Pini, 1988.552 p.

[4] Helene, Paulo R. L. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. 2 ed. São Paulo: Pini, 1992. 213 p.

[5] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118:2007. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2007.

[6] DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa - Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR; Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários, 2010, 159 p.

[7] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118:2003. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

[8] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118:2014. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

[9] DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa - Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR; Tratamento de aparelhos de apoio:concreto,neoprene e metálico – Especificação de Serviço, 2006, 07 p.

[10] RESOT – Regulamento de Estruturas de Suporte e Obras de Terra. Decreto -Lei n°32/97 M. Art 18°, 1997.

[11] DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa - Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR; Obras complementares- Segurança no tráfego rodoviário – Execução de barreiras de concreto - Especificação de Serviço, 2009, 08 p.

[12] DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa - Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR; Obras complementares- Segurança no tráfego rodoviário – Projeto de barreiras de concreto - Procedimento, 2009, 16 p.

[13] Dal Molin, D.C.C.Fissuras em estruturas de concreto armado:análise das manidestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sil. Dissertação Mestrado em Engenharia-Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

[14] Aranha, P.M.S. Contribuição ao estudo de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região Amazônica. Dissertação (Mestrado), Univesidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

[15] Nince,A.A. Levantamento de dados sobre causas de deterioração de estruturas na região Centro- Oeste. Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, Brasília, 1996.