CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.103
ISBN 978-65-86819-05-2

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM 3 (TRÊS) VIADUTOS DE ACESSO ENTRE CURITIBA E SÃO JOSÉ DOS PINHAIS NO ESTADO DO PARANÁ

SOUZA, DANIEL
Engenheiro Civil
Unifacear
Paraná, Brasil
souzaguthierres@hotmail.com

CORDEIRO, DEMILSON
Engenheiro Civil
Unifacear
Paraná, Brasil
de1000son7@yahoo.com.br

ALBUQUERQUE, PAULO
Engenheiro Civil
Unifacear
Paraná, Brasil
paulo.r.albuquerque@hotmail.com

MENDES, SANDRO
Professor MSc. Eng. Civil
Unifacear
Paraná, Brasil
sandromendes2005@gmail.com

RESUMO

Existem preocupações em relação a vida útil de obras de arte especiais (OAE), especificamente viadutos, e suas condições de uso para promover conforto e segurança para os usuários. Para tanto há necessidade de inspeções técnicas periódicas e manutenções adequadas. De maneira a contribuir com o meio técnico, este artigo apresenta o levantamento das manifestações patológicas existentes em três viadutos que transpõem os municípios de Curitiba e São José dos Pinhais; o primeiro, na Av. Senador Salgado Filho, possui 340 metros de extensão, os outros dois na Av. Comendador Franco, com 75 metros em cada via. Identificaram-se 336 pontos de manifestações patológicas nestas OAEs, com maior incidência em fissuras, trincas e corrosão de armaduras. Foram adotados os procedimentos de inspeção e avaliação da norma NBR 9452:2016. De acordo com os critérios de classificação normativos conclui-se que os 3 viadutos necessitam de intervenções de médio e curto prazo.

Palavras-chave: NBR 9452, OAE, manifestações patológicas, inspeção, viadutos.

ABSTRACT

There are concerns regarding the useful life of special engineering structures (SES), specifically viaducts, and their conditions of use to promote comfort and safety for users. This requires periodic technical inspections and proper maintenance. In order to contribute to the technical environment, this article presents the survey of pathological manifestations in three viaducts that cross the municipalities of Curitiba and São José dos Pinhais; the first one, at Av. Senador Salgado Filho, is 340 meters long, the other two at Av. Comendador Franco, with 75 meters each way. 336 points of pathological manifestations were identified in these OAEs, with higher incidence in cracks, cracks and reinforcement corrosion. Inspection and evaluation procedures of NBR 9452:2016 were adopted. According to the normative classification criteria, it is concluded that the 3 viaducts require medium and short-term interventions.

Keywords: NBR 9452, SES, pathological manifestations, inspection, viaducts.

ISBN 978-65-86819-05-2

1 INTRODUÇÃO

Pontes e viadutos são essenciais para o tráfego de pessoas e cargas com menor trajeto, possui a funcionalidade de transpor obstáculos artificiais como ruas, avenidas e estradas férreas, ou obstáculos naturais como vales e rios. Estas estruturas são conhecidas como Obras de Artes Especiais (OAEs), pois exigem qualidades técnicas específicas para elaboração do projeto, execução e manutenção em suas estruturas dada sua complexibilidade e importância no transporte.

As OAEs são estruturas de grande porte e possuem uma vida útil longa. Segundo o IPR 144 de 2010 (Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários), antigamente desejava-se que um projeto de obras de artes especiais tivesse uma vida útil de 50 anos, atualmente, os projetos são elaborados para uma utilização de 100 anos ou mais.

Para um controle eficiente destas estruturas, são necessárias inspeções preventivas e periódicas, para verificar o estado de conservação da estrutura, com isso pode-se diagnosticar manifestações patológicas em seu início, e então solucionar problemas antes que se tornem mais graves, desta forma a manutenção e correção das estruturas torna-se mais fácil, eficaz e proporciona uma vida útil mais elevada.

Ao longo dos anos os profissionais responsáveis em manter estas obras em condições de uso desenvolveram métodos e parâmetros padronizados para inspeção e manutenção destas obras de grande relevância.

No Brasil, existem normas de projeto como a NBR 6118 (ABNT, 2014) e a norma NBR 7187 (ABNT, 2003), a serem seguidas para a concepção do projeto visando qualidades específicas do concreto armado para viabilizar a durabilidade das estruturas, portanto, seguindo as especificações das normas resulta-se em uma estrutura confiável, com menor incidência de manifestações patológicas.

Atualmente as OAEs seguem as diretrizes da NBR 9452 (ABNT, 2016) para elaboração de planilhas, cadastros de inspeções e preenchimentos de formulários que facilitam os trabalhos dos técnicos na área de fiscalização de obras e engenheiros civis para um melhor diagnóstico e avaliação dos viadutos e pontes, construídos em todo o território nacional.

Neste artigo serão apresentados os estudos de caso de 03 (três) viadutos de acesso entre as cidades de Curitiba a São José dos Pinhais, no estado do Paraná. Estes viadutos foram escolhidos por se tratarem de OAEs de grande escoamento de pessoas e veículos na região.

Assim, o objetivo de averiguar e quantificar as possíveis manifestações patológicas existentes nestes viadutos, tem a função de contribuir com o meio técnico e com setores responsáveis na programação de manutenção, afim de assegurar a vida útil destas estruturas para evitar custos maiores com correções de manifestações patológicas em estado de urgência.

2 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

2.1 Estudo de caso

Este estudo de caso refere-se aos 03 (três) viadutos de acesso entre as cidades de Curitiba a São José dos Pinhais, no estado do Paraná, conforme figura 1.



Figura 1 - Localização dos viadutos estudados

ISBN 978-65-86819-05-2

O viaduto Senador Salgado Filho tem 340 metros de comprimento, divididos em 12 vãos, com largura total de 10 metros (Figura 2). O viaduto Comendador Franco é composto por duas estruturas (um viaduto para cada sentido), cada uma com 75 metros de comprimento, divididos em 3 vãos, com largura total de 11,4 metros (Figura 3).



Figura 2 – Viaduto Senador Salgado Filho



Figura 3 – Viadutos Comendador Franco

2.2 Metodologia utilizada

Para estabelecer um critério de análise das estruturas foi utilizada a metodologia apresentada na NBR 9452 (ABNT, 2016), que correlaciona notas de 1 a 5 com a condição da OAE e caracteriza o nível de gravidade dos problemas detectados, segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade, conforme tabela 1.

Tabela 1- Classificação da condição pela NBR 9452 (ABNT, 2016).

Nota	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização funcional	Caracterização de durabilidade
5	Excelente	A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados.	A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários.	A OAE apresenta-se em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina.
4	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
3	Regular	Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias a médio prazo.	A OAE apresenta desconforto ao usuário que requerem ações a médio prazo.	A OAE apresenta pequena e poucas anomalias que comprometem sua vida útil em região de moderada a alta agressividade ambiental Ou a OAE apresenta moderada e muitas anomalias que comprometem sua vida útil em região de baixa agressividade ambiental
2	Ruim	Há danos que comprometem a segurança estrutural da OAE, sem risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções significativas a curto prazo.	OAE com funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo.	A OAE apresenta anomalias moderadas a abundantes, que comprometam sua vida útil, em região de alta agressividade ambiental.
1	Crítica	Há danos que geram grave insuficiência estrutural na OAE. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural. A OAE necessita intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramento provisório e associada instrumentação, ou não.	A OAE não apresenta condições funcionais de utilização.	A OAE encontra-se em elevado grau de deterioração, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional.

ISBN 978-65-86819-05-2

3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Realizaram-se diversas visitas às estruturas para inspeções visuais, registros e coleta de dados, utilizando-se dos formulários de inspeção sugeridos pela NBR 9452 (ABNT, 2016) e a partir da análise das estruturas determinou-se as incidências e localização das manifestações patológicas existentes nas estruturas.

Foram realizados ensaios específicos para determinação de possíveis anomalias existentes nos respectivos viadutos:

- A profundidade de carbonatação do concreto, determinada através do ensaio com indicador de pH (fenolftaleína).
- As fissuras, trincas ou rachaduras, foram medidas com fissurômetro.
- Ensaios de esclerometria, realizados pela empresa CDTEC (Centro de Desenvolvimento Tecnológico S/A).

Os índices e critério de deterioração apresentados foram identificados através de formulários e tabelas indicadas pela NBR 9452 (ABNT, 2016).

4 RESULTADOS E ANÁLISES

De acordo com resultados obtidos na avaliação geral, classificaram-se os três viadutos com parâmetros da NBR 9452 (ABNT, 2016), resultando em uma nota para cada um dos principais elementos: Superestrutura, Mesoestrutura e Infraestrutura. Algumas das principais manifestações patológicas são apresentadas para cada viaduto.

4.1 Inspeção: Viaduto Senador Salgado Filho

Tabela 2 - Classificação do Viaduto Senador Salgado Filho segundo NBR 9452 (ABNT, 2016)

Classificação da OAE: Elementos							
Parâmetros	Super	Meso	Infra	Elementos Complementares		Pista	Nota Final
				Estrutural	Encontros		
Estrutural	2	2	5	3	N.A.	3	2
Funcional	2	2	5	3	N.A.	3	2
Durabilidade	2	2	5	3	N.A.	3	2


Figura 4 - Laje entre os pilares 13 e 14


Figura 5 - Armadura exposta, laje entre pilares 13 e 14


Figura 6 – Armadura exposta no pilar 14



Figura 7 - Falta de manutenção na junta de dilatação

ISBN 978-65-86819-05-2

4.1 Inspeção: Viadutos Comendador Franco

Tabela 3 - Classificação dos Viadutos Comendador Franco segundo NBR 9452 (ABNT, 2016)

Classificação da OAE: Elementos							
Parâmetros	Super	Meso	Infra	Elementos Complementares		Pista	Nota Final
				Estrutural	Encontros		
Estrutural	4	4	5	4	2	4	2
Funcional	4	4	5	4	3	4	3
Durabilidade	3	3	5	3	3	3	3



Figura 8 – Falta de drenos adequados



Figura 9 - Falta de manutenção na junta de dilatação



Figura 10 – Trincas



Figura 11 – Tirantes com pinos soltos

4.3 ANÁLISES DOS GRÁFICOS

A partir dos dados coletados foram obtidos gráficos com os percentuais de incidências de manifestações patológicas encontradas em cada uma das estruturas estudadas.

Gráfico 1 - Incidências de manifestações patológicas no viaduto Senador Salgado Filho



ISBN 978-65-86819-05-2

Foram levantados 274 pontos de observação, sendo que as maiores incidências estão concentradas em desplacamentos, corrosão e carbonatação.

Para melhor compreensão, no viaduto Senador Salgado Filho os gráficos foram divididos entre tramos e pilares devido a elevada quantidade de manifestações patológicas.

Gráfico 2 – Incidência nos pilares

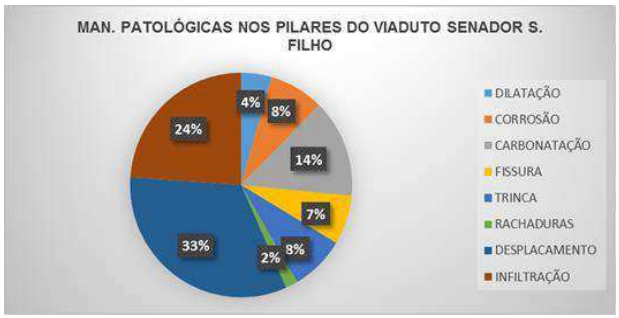
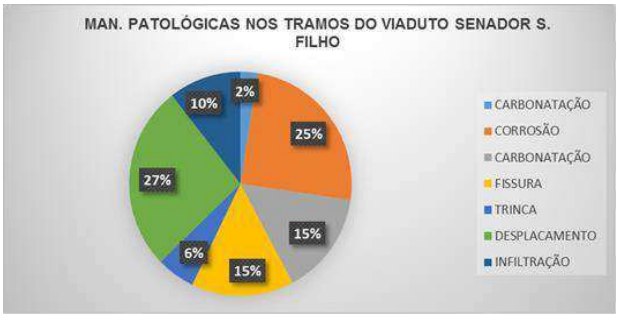


Gráfico 3 – Incidência nos tramos



Analisou-se os pilares do Viaduto Senador Salgado Filho e concluiu-se que as maiores incidências representam 71% de 113 pontos observados de todas as manifestações patológicas existentes, são elas: desplacamentos, infiltração e carbonatação.

Já nos tramos do viaduto Senador Salgado Filho, pode ser comparado com os pilares do mesmo, onde as maiores incidências de manifestações patológicas representam 52%, de 161 pontos observados, porém, com maior incidência de corrosão na armadura e desplacamentos, enquanto nos pilares estas duas manifestações representam 41%.

Gráfico 4 - Incidências de manifestações patológicas no viaduto Comendador Franco



No viaduto Comendador Franco foram observados 62 pontos onde possui maiores incidências de infiltração e fissuras, comparado ao viaduto Senador Salgado Filho, percebe-se que no Comendador Franco, existem maior deficiência de drenos e alto índice de fissuras.

5 ENSAIOS REALIZADOS

5.1 Esclerometria

Foram realizados os ensaios em 5 pilares dos viadutos Senador Salgado Filho e em 5 pilares do viaduto Comendador Franco, onde obteve-se os resultados da resistência superficial apresentados nas tabelas 4 e 5.

ISBN 978-65-86819-05-2

Tabela 4 – Índice esclerométrico do viaduto Senador Salgado Filho

Ensaio Nº	Elemento Estrutural	I.E. Médio	Resistência à compressão relacionada ao IE médio (MPa)
1	Pilar	29,6	25,2
2	Pilar - P04	29,2	24,8
3	Pilar - P07	29,1	24,7
4	Pilar - P10	30,1	25,6
5	Pilar - P14	30,0	25,5
		Média (MPa)	**25,2**
		Desvio Padrão (MPa)	0,4
		Coeficiente de Variação (%)	1,6

Observa-se que as resistências superficiais obtidas possuem uma média de 25,2 MPa, um desvio padrão de 0,4 MPa, e um coeficiente de variação de 1,6% no viaduto Senador Salgado Filho.
Com isso, observou-se que apesar das manifestações patológicas existentes, o resultado dos ensaios apontou uma resistência aproximada de todos os pontos analisados, porém, a norma NBR 7584 (ABNT, 2012) menciona que na existência de carbonatação a influência nos resultados é inevitável em alguns casos podem superestimar a resistência superficial em mais de 50%.

Tabela 5 – Índice esclerométrico do viaduto Comendador Franco

Ensaio Nº	Elemento Estrutural	I.E. Médio	Resistência à compressão relacionada ao IE médio (MPa)
1	Pilar - P01	30,0	25,5
2	Pilar - P02	40,9	34,8
3	Pilar – P02 (sentido CTBA)	40,5	34,4
4	Pilar – P09	40,6	34,5
5	Pilar - P10	39,4	33,5
		Média (MPa)	**32,5**
		Desvio Padrão (MPa)	4,0
		Coeficiente de Variação (%)	12,2

Já no viaduto Comendador Franco, a resistência média obtida é de 32,5 MPa, o desvio padrão é de 4,0 MPa e o coeficiente de variação de 12,2%.

Com os resultados obtidos nos viadutos Comendador Franco, também pode-se observar que houve alteração na resistência superficial no pilar 1, possivelmente por erro na execução ou falta de conformidade no traço do concreto, uma vez que, de acordo com os resultados do gráfico 6, a profundidade de carbonatação não atingiu o cobrimento das armaduras conforme NBR 6118 (ABNT, 2014).

5.2 Profundidade de carbonatação

Para verificação de profundidade de carbonatação, o processo consiste através da aplicação de indicador de pH. Utiliza-se de uma solução etílica no qual possui 1 g de fenolftaleína para 50 ml de álcool etílico, onde mistura-se a solução em 49 ml de água destilada baseando-se na norma europeia DIN EN 14630 (2007).

O processo consiste em uma aspersão da solução na estrutura exposta e devidamente limpa para a realização do ensaio, pode-se observar as variações de cores de acordo com a situação da estrutura analisada, ao apresentar uma cor vermelho carmim o elemento estrutural não apresentará carbonatação e se tiver com uma aparência incolor a estrutura estará carbonatada indicando alteração no pH. Com esse resultado de cores pode-se determinar a profundidade de carbonatação.

Os gráficos 5 e 6 apresentam os resultados de profundidade de carbonatação encontradas nas estruturas de concreto armado dos viadutos.

ISBN 978-65-86819-05-2

Gráfico 5 – Carbonatação no viaduto Salgado Filho

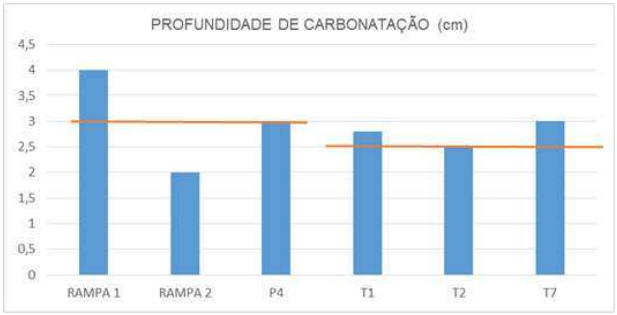
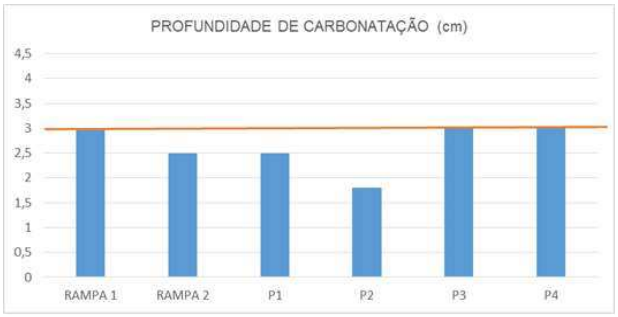


Gráfico 6 – Carbonatação no viaduto Comendador Franco



As profundidades de carbonatação do viaduto Senador Salgado Filho, conforme a norma NBR 6118 (ABNT, 2014), para ambientes urbanos classe II o cobrimento nominal para vigas e pilares é de 3 cm; sendo que a rampa 1, possui armadura exposta e o pilar 4, tem profundidade de carbonatação no limite do cobrimento nominal.

Já o cobrimento nominal para lajes (tramos) é de 2,5 cm; onde observa-se que nos tramos 1 e 7 estão com armaduras expostas e no tramo 2 a profundidade de carbonatação está no limite. Conclui-se que onde as armaduras estão expostas apresentam corrosão.

Dos resultados obtidos do viaduto Comendador Franco, constata-se que a profundidade de carbonatação ainda não chegou no limite de cobrimento.

5.3 Leitura de fissurômetro

Foram adotados parâmetros do DNIT (2010) para determinação de fissuras com abertura até 1mm, trincas com abertura de 1 a 3mm, ou de rachaduras com abertura acima de 3mm. Após a leitura através do fissurômetro foram determinados os percentuais de trincas fissuras e rachaduras, apresentados nos gráficos 7 e 8 a seguir.

Gráfico 7 – Fissuração no viaduto Salgado Filho

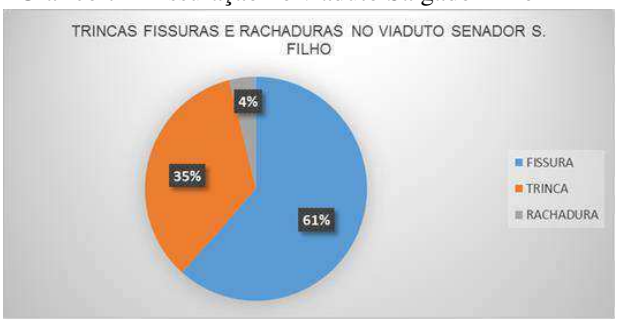


Gráfico 8 – Fissuração no viaduto Comendador Franco



A maior incidência encontrada no viaduto Senador Salgado Filho é de fissuras, portanto é necessária uma avaliação mais criteriosa pois de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), os limites de abertura das fissuras variam conforme o tipo de concreto e classe de agressividade ambiental.

Analisando o gráfico no geral, precisa-se de intervenção a médio prazo nas trincas, pois representam 35%, já as rachaduras representam 4% e necessita de intervenção a curto prazo.

A maior incidência encontrada no viaduto Comendador Franco, é de fissuras, também é necessária uma avaliação mais criteriosa pois de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), os limites de abertura das fissuras variam conforme o tipo de concreto e classe de agressividade ambiental.

Analisando o gráfico no geral, precisa-se de intervenção a médio prazo nas trincas, pois representam 10%, já as rachaduras também representam 10%, porém necessitam de intervenções a curto prazo.

ISBN 978-65-86819-05-2

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos propostos deste trabalho foram inspecionar, levantar, quantificar, classificar e determinar as manifestações patológicas nos viadutos Senador Salgado Filho e Comendador Franco de acordo com os parâmetros estrutural, funcional e durabilidade da NBR 9452 (ABNT, 2016), chegando-se as seguintes considerações finais:

- Viaduto Senador Salgado Filho

Nas inspeções executadas in loco foram levantados 274 pontos de observações no viaduto Senador Salgado Filho, sendo, 113 nos pilares e 161 nos tramos, observou-se que as maiores incidências de manifestações patológicas encontradas nos pilares foram 33% de desplacamentos, 24% de infiltrações e 14% de carbonatação que somadas representam 71% das anomalias. Nos tramos as maiores incidências observadas foram 27% de desplacamentos, 25% de corrosão e 15% de carbonatação que somadas representam 67% das anomalias.

Destaca-se que algumas anomalias possuem degradação avançada na mesoestrutura e superestrutura onde possuem nota final "2", de acordo com os parâmetros da NBR 9452 (ABNT, 2016) as estruturas se apresentam em condições ruins.

No pilar 14 e o tramo entre os pilares 13 e 14, existem pontos de corrosão em armaduras que estão totalmente expostas às intempéries devido aos desplacamentos causados pelo incêndio, e sua evolução pode levar a estrutura a um nível elevado de instabilidade estrutural comprometendo sua durabilidade e expondo os usuários ao risco iminente.

Além das anomalias citadas nos pontos específicos, há comprometimentos em pontos na extensão das bordas da superestrutura que apresentam insuficiência de cobrimento expondo as armaduras às intempéries.

Nos ensaios de profundidades de carbonatação nos 6 pontos analisados apenas 1 (um) não atingiu armadura, ou seja, na maioria dos pontos observados o concreto está carbonatado causando a corrosão do aço.

Verificou-se a falta de manutenção nas juntas de dilatação da superestrutura onde há aberturas excessivas com necessidade de intervenção. Na falta de reparos desses elementos podem haver desplacamentos nos lábios dos tabuleiros e grande incidência de infiltração no viaduto, anomalia que pode originar outras manifestações patológicas.

- No viaduto Comendador Franco:

Foram levantados 62 pontos e observou-se que as maiores incidências de manifestações patológicas foram 40% de fissuras, 26% de infiltrações e 9% de problemas nas juntas de dilatação que somados representam 75% das anomalias.

Dessa forma o viaduto obteve uma nota final "2" no parâmetro estrutural, "3" no parâmetro funcional e "3" no parâmetro de durabilidade.

Constatou-se irregularidade de resistência superficial no pilar 1, a possível causa dessa menor resistência, pode ser na execução e falta de controle no traço do concreto, com essa variação é possível sobrecarregar toda estrutura e diminuir a capacidade de durabilidade do viaduto.

As contenções deste viaduto possuem ancoragem com cabos de cordoalhas (tirantes), os mesmos estão com vários pinos soltos, podendo comprometer a estabilidade das placas que suportam a terra armada, sendo que algumas dessas placas apresentam fissuras, trincas e rachaduras. Além disto, apresentam drenos danificados que podem sobrecarregar as contenções caso não ocorra intervenção.

Já nos elementos complementares há pontos das defensas que estão danificados devido a colisões de veículos, este tipo de elemento é um item de segurança que requer manutenção corretiva de imediato pois, a insuficiência das defensas metálicas (*guardrails*) eleva o potencial de riscos aos usuários. Observou-se também que não há manutenção nas juntas de dilatação e falta de transpasse ocasionando infiltração na estrutura.

- Sobre a aplicação da norma:

ISBN 978-65-86819-05-2

A versão atual da NBR 9452 (ABNT,2016) traz evolução nos parâmetros de inspeção e classificação das condições das OAEs em relação a sua versão antiga e a NR 010 – PRO (DNIT, 2004), por outro lado, requer mais experiência do inspetor para a avaliação dos critérios e tomada de decisão.

De acordo com as classificações adotadas a norma indica intervenções a curto, médio e longo prazo; porém, não menciona dias, meses ou anos para definição desses prazos.

- Sobre a manutenção dos viadutos:

Em ambos os viadutos observou-se que algumas anomalias existentes necessitam intervenções a curto e médio prazo, enquanto algumas não demonstram comprometimento da estabilidade da estrutura.

Constatou-se que apenas que foram feitas pinturas e pequenos reparos superficiais, mais por questão estética do que estrutural.

Por fim, ressalta-se que na falta de intervenção as manifestações patológicas encontradas nestes viadutos poderão se agravar, aumentando o risco de ruína, causando danos maiores à sociedade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT**, NBR 7584:2012 -** Concreto endurecido – **Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de deflexão – método de ensaio**, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR 9452:2016 -** Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR 6118:14 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos.** Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, **NBR 7187:2003 - Projetos de pontes de concreto armado e concreto protendido**, **Procedimentos,** Rio de Janeiro.

DIN - Instituto Alemão de Normalização. DIN EN 14630: 2007**, Produtos e sistemas para a proteção e reparação de estruturas de Betão - Métodos de** ensaio - Determinação da profundidade de carbonatação em Betão endurecido com ensaio de fenolftaleína, 2007.

DNIT NR 010 - PRO. **Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido** – Procedimento, 2004.