A SEGURANÇA DAS OBRAS NO BRASIL DISCUTIDA SOB DIFERENTES PONTOS DE VISTA. TRAGA O SEU.
1° CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
21 a 23 de maio de 2014 - Foz do Iguaçu - PR

ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO DAS OBRAS-DE-ARTE ESPECIAIS REMANESCENTES DA MODERNIZAÇÃO DA ÁREA PORTUÁRIA DO RIO DE JANEIRO

Aguiar, J.E.[1], Pereira, R.[2], Ramos, M.T.P.[3]

[1] Recuperação Engenharia, Diretor, e-mail: aguiar@recuperacao.com.br
[2] Concessionária Porto Novo S.A., Gerente, e-mail: rangel.pereira@portonovosa.com
[3] CDURP, Engenheira Civil , e-mail: marluci.ramos@cdurp.com.br

RESUMO

A zona portuária da cidade do Rio de Janeiro está passando por grande transformação. O projeto Porto Maravilha é um dos mais importantes legados olímpicos e simboliza a revitalização urbana do local. Dentre as diversas ações deste projeto está a construção de uma via expressa em substituição ao elevado da Perimetral, que terá a sua estrutura demolida em cinco quilômetros. Entretanto, outros viadutos importantes que integram a rede viária da região permanecerão e requerem a implantação de um plano de manutenção para preservação de sua integridade. Este trabalho apresenta a metodologia que está sendo utilizada na elaboração do plano de manutenção, em sua primeira fase da implantação, quando foi realizada uma inspeção preliminar de todas as estruturas que permanecerão na área portuária. As informações obtidas possibilitaram elaborar uma matriz de vulnerabilidade destas estruturas, fundamentada na intensidade e severidade das manifestações patológicas existentes, determinando-se o nível de riscos de acidentes nas estruturas ou com seus usuários, parâmetro fundamental para se construir uma escala de prioridades no planejamento das intervenções de reparo. O resultado do trabalho permitiu classificar as intervenções em grupos de ação imediata e grupos de ações de curto, médio e longo prazo, servindo de modelo para outros serviços no mesmo gênero.

Palavras chave: manutenção, obras-de-arte especiais, manifestações patológicas.

ABSTRACT

The port area of Rio de Janeiro's city is undergoing major transformation. The "Porto Maravilha" project is one of the most important Olympic legacies and symbolizes urban renewal for the region. Among the various actions of the project is the construction of an expressway to replace the "Perimetral" flyover, which will have five km of its structure demolished. However, other important bridges and flyovers that integrate the region's road's network will remain in use and this requires the implementation of a maintenance plan to preserve its integrity. This paper presents the methodology being used to construct the maintenance plan, in its first phase of implementation, when a preliminary inspection of all structures that will remain in the port area was performed. With the information obtained during the inspection made it possible to draw up a matrix of vulnerability of these structures, based on the intensity and severity of existing pathological manifestations, determining the risk level of accidents, essential factor to build a scale of priorities on planning interventions of repair. The work results allowed us to classify interventions in groups of immediate action, short, medium and long term actions, serving as a model for other interventions in the same genre.

Keywords: maintenance, flyovers, pathological manifestations.

1. INTRODUÇÃO

A zona portuária da cidade do Rio de Janeiro está passando por grande transformação através do projeto Porto Maravilha, uma "Parceria Público Privada" que tem como objetivo a revitalização urbana de cinco milhões de metros quadrados.

Dentre as diversas ações deste projeto de modernização está a construção de uma via expressa em substituição ao elevado da Perimetral, um dos mais importantes viadutos da cidade e que terá grande parte de sua estrutura demolida.

Entretanto, outros viadutos importantes que integram a rede viária da região permanecerão, conforme Figura 1, e requerem a implantação de um plano de manutenção para preservação de sua integridade, uma vez que foram construídos na década de 1970 e já consumiram boa parte de sua vida útil.



Figura 1- Rede de viadutos da área portuária do Rio de Janeiro (Fonte: Relatório Interno CPN, 2013)

Em função do nível de gravidade das manifestações patológicas da maioria dos viadutos, havia um exíguo prazo para início das intervenções de recuperação, não havendo tempo suficiente para realizar um inventário de todas as estruturas, com o cadastro das manifestações patológicas existentes, ensaios para avaliar o nível de degradação do concreto de cada unidade, etc.

Foi preciso adotar uma metodologia de trabalho que permitisse iniciar as obras de recuperação, com segurança e dentro de uma escala de prioridades, enquanto se desenvolvia um inventário detalhado. Para elaborar esta escala foi necessário realizar uma inspeção preliminar em todas as estruturas para se obter informações que possibilitassem a elaboração de uma matriz de vulnerabilidade, com base na intensidade e severidade das manifestações patológicas existentes, determinando-se assim o nível de risco de cada estrutura, a partir do qual foram definidas as prioridades para as intervenções de manutenção.

Este trabalho apresenta a metodologia que foi utilizada pela Concessionária Porto Novo SA (CPN) e pela Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro (CDURP), na fase inicial de implantação do plano de manutenção das Obras-de-arte Especiais remanescentes da área portuária do Rio de Janeiro.

2. HISTÓRICO DE INSPEÇÕES EM OBRAS-DE-ARTE ESPECIAS NO BRASIL

Os trabalhos de vistoria em Obras-de-arte especiais no Brasil têm com referência a ABNT NBR 9452 (1986), os manuais e instruções do DNIT (2004) e da ARTESP (1999). O Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias do DNIT (2004) propõe, basicamente, três tipos de inspeção: cadastral, rotineira e especial. A cadastral é a primeira inspeção da obra e deve ser efetuada após sua conclusão ou assim que ela se incorpora no sistema viário. A rotineira é programada com intervalos adequados, em geral de um a dois anos, destinada a coletar observações e/ou medições para identificar qualquer anomalia em desenvolvimento, ou qualquer alteração em relação à inspeção cadastral ou à inspeção rotineira anterior. A inspeção especial deverá ser efetuada em todas as obras consideradas excepcionais, pelo seu porte, pelo seu sistema estrutural ou pelo seu comportamento problemático, ou sempre que julgado necessário por uma inspeção rotineira, em qualquer obra.

A maioria das empresas de concessão rodoviária do Brasil, mesmo aquelas fora de São Paulo, adotam, preferencialmente, as instruções da ARTESP (1999), principalmente quanto à definição do estado de conservação da obra e o respectivo planejamento das ações de reparo, conforme Figura 2.

A Agência Reguladora ARTESP recomenda que as OAEs sejam classificadas segundo os dois critérios (estado operacional e urgenciamento), aplicados a três parâmetros: estrutural, funcional e durabilidade. As classificações devem ser feitas de acordo a tabela mostrada na Figura 2, que orienta o enquadramento das OAEs em cinco tipos: Tipo 0 (Ação imediata - **C0**), Tipo 1 (Ação de curto prazo / no 1° ano - **C1**), Tipo 2 (Ação de curto prazo / no 2° ano - **B2** ou

C2), Tipo 3 (Ação de médio prazo / no 3° ano - **B3**), Tipo 4 (Ação de médio prazo / no 4° ano - **B4** ou **A4**), Tipo 5 (Ação de longo prazo / no 5° ano - **A5**).

<table>
<tr><th colspan="3">URGENCIAMENTO</th><th colspan="3">ESTADO OPERACIONAL</th></tr>
<tr><th>Classe de Ações</th><th>Prazo</th><th>Tipo</th><th>Bom</th><th>Regular</th><th>Ruim</th></tr>
<tr><td>Imediata</td><td>0</td><td>0</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">C</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Curto Prazo</td><td>no 1º ano</td><td>1</td></tr>
<tr><td>no 2º ano</td><td>2</td><td rowspan="3">B</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Médio Prazo</td><td>no 3º ano</td><td>3</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>no 4º ano</td><td>4</td><td rowspan="2">A</td></tr>
<tr><td>Longo Prazo</td><td>5º ano</td><td>5</td><td></td></tr>
</table>

Figura 2- Correlação entre o estado operacional e urgenciamento (Fonte: ARTESP, 1999)

A ARTESP apresenta uma extensa e repetitiva lista com características para cada um dos estados operacionais e recomenda que tipologia de cada OAE deva ser aplicada para os três parâmetros, a saber:

- **Estrutural**: aspectos relacionados com a segurança estrutural, sua estabilidade e capacidade portante;
- **Durabilidade**: aspectos relacionados com a vida útil da estrutura, mantendo-se íntegra;
- **Funcional:** aspectos relacionados com a segurança e conforto dos usuários e/ou que trafegam em suas adjacências;

3. CUSTOMIZAÇÃO DA METODOLOGIA ARTESP PARA AS INSPEÇÕES DAS OAEs DO PORTO DO RIO DE JANEIRO

Para estruturar o plano de manutenção nas Obras-de–arte Especiais remanescentes na área portuária da cidade do Rio de Janeiro decidiu-se adotar as mesmas nomenclaturas recomendadas pela ARTESP para o estado de conservação e urgenciamento das ações, por considerá-las adequadas, mas foram introduzidas alterações de forma a simplificar e facilitar o entendimento dos enquadramentos.

A primeira delas foi desenvolver um novo quadro, conforme Figura 3, de forma que cada tipo de urgenciamento tivesse somente um estado de conservação correspondente, e não mais do que um.

URGENCIAMENTO			ESTADO DE CONSERVAÇÃO		
Classe das ações	Prazo	Tipo	Bom	Regular	Ruim
Imediata	0	0			C
Curto Prazo	no 1° ano	1			
	no 2° ano	2			
Médio Prazo	no 3° ano	3		B	
	no 4° ano	4			
Longo Prazo	no 5° ano	5	A		

Figura 3- Correlação entre o urgenciamento e o estado de conservação (Fonte: Relatório Interno CPN, 2013)

Em seguida foram introduzidos novos parâmetros para definir e fundamentar melhor os diversos estados de conservação das obras. Adotou-se como principal parâmetro para definir o estado de conservação de uma estrutura, ou de partes dela, o seu risco de acidentes. Na tentativa de quantificar este parâmetro foi desenvolvida uma "Matriz de Vulnerabilidade", elaborada a partir de dois indicadores considerados como fundamentais neste processo: intensidade e severidade das manifestações patológicas, conforme Figura 4. O grande objetivo desta matriz é determinar o "Nível de Risco", que será a base para definir a escala para priorizar as intervenções de manutenção.

Para a formação da "Matriz de Vulnerabilidade" foram atribuídos pesos para cada um dos níveis dos indicadores, variando de 2 a 32 para os níveis da severidade, e 2 a 7 para os níveis da intensidade. O "Nível de Risco" é obtido através do cruzamento dos níveis dos dois indicadores, multiplicando-se os respectivos pesos. O "Nível de Risco" pode enquadrar-se em cinco patamares, a saber:

- Muito baixo (4 a 8);
- Baixo (10 a 20);
- Médio (28 a 48);
- Alto (56 a 96);
- Muito Alto (maior que 112).

MATRIZ DE VULNERABILIDADE		INTENSIDADE				
		PESOS	2	3	5	7
SEVERIDADE	PESOS		Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
	32	Nível 5	64	96	160	224
	16	Nível 4	32	48	80	112
	8	Nível 3	16	24	40	56
	4	Nível 2	8	12	20	28
	2	Nível 1	4	6	10	14

Nível de Risco
Muito Alto (>112)
Alto (56 a 96)
Médio (24 a 48)
Baixo (10 a 20)
Muito Baixo (4 a 8)

Figura 4 – Matriz de Vulnerabilidade e respectivo Nível de Risco (Fonte: Relatório Interno CPN, 2013)

A intensidade das manifestações patológicas está relacionada com a extensão das anomalias, enquanto a severidade refere-se à gravidade dos problemas.

A intensidade é classificada em quatro níveis (1 a 4), crescente em função da maior quantidade de danos observados nas inspeções. Recomenda-se que os inspetores sigam o seguinte critério para definir a extensão dos danos nas estruturas, ou em partes ou trechos delas:

- **Nível 1** (Pouco relevante): até 5% da área vistoriada;
- **Nível 2** (Pequena): 5% a 20% da área vistoriada;
- **Nível 3** (Média): 20% a 50% da área vistoriada;
- **Nível 4** (Grande): acima de 50% da área vistoriada.

A severidade é classificada em cinco níveis (1 a 5), crescente em função da maior gravidade e importância dos problemas encontrados. Neste caso, os critérios de avaliação são mais subjetivos, pois dependem da experiência da equipe técnica responsável pelo trabalho de inspeção. Este indicador deve ser utilizado para avaliar as diversas anomalias, tais como, fissuras, deformações, segregações, deslocamentos, etc. Mas como a corrosão das armaduras é a manifestação patológica mais recorrente nas obras inspecionadas da área portuária, recomenda-se, para este caso, o seguinte critério:

- **Nível 1** (Pouco relevante): Corrosão em estágio inicial, apresentando as primeiras manifestações patológicas como fissuras e manchas de óxidos.
- **Nível 2** (Pequena): Corrosão em estágio secundário, com agravamento das manifestações patológicas, apresentando exposição das armaduras devido ao destacamento da camada de cobrimento, sem perda relevante da seção do aço.
- **Nível 3** (Média): Corrosão em estágio avançado, apresentando exposição das armaduras devido ao destacamento da camada de cobrimento, com perda da seção do aço (até a 10 % da seção original).
- **Nível 4** (Grande): Corrosão em estágio muito avançado, apresentando exposição das armaduras devido ao destacamento da camada de cobrimento, com perda relevante da seção do aço (até a 50 % da seção original).
- **Nível 5** (Crítica): Corrosão de alta severidade, apresentando exposição das armaduras devido ao destacamento da camada de cobrimento, com perda relevante da seção do aço (acima de 50 % da seção original) ou com rompimento de uma ou mais barras de aço.

O Estado de Conservação da estrutura, que é a base do planejamento das intervenções de reparo, é definido a partir do Nível de Risco. O Quadro 1 apresenta a correlação entre estes dois parâmetros:

Quadro 1- Correlação entre Nível de Risco e o Estado de Conservação (Fonte: Relatório Interno CPN, 2013)

Nível de Risco	Estado de Conservação
Muito Alto (acidente iminente)	C0
Muito Alto	C1
Alto	C2
Médio	B3
Baixo	B4
Muito Baixo	A5

4. APLICAÇÃO NA INSPEÇÃO PRELIMINAR DAS OAEs

A metodologia customizada foi aplicada em inspeções preliminares realizadas ao longo do ano de 2013 em todas as estruturas que seriam recuperadas.

Foi empregada somente a técnica da inspeção visual feita por técnicos e engenheiros especializados em manifestações patológicas das estruturas, para, a partir das informações obtidas, fazer um diagnóstico inicial do estado de conservação de cada estrutura elaborando uma matriz de vulnerabilidade fundamentada na intensidade e severidade das manifestações patológicas encontradas.

Determinou-se então o "Nível de Riscos" de ocorrer acidentes nas OAEs ou com seus usuários, parâmetro principal que foi utilizado para se construir uma escala de prioridades que iria nortear o planejamento das intervenções de manutenção corretivas e preventivas de curto, médio e longo prazo.

Todas as informações obtidas nesta etapa de implantação do trabalho foram lançadas em uma ficha denominada **"Ficha de Inspeção Preliminar"** (**IP**), conforme mostrado na Figura 5.

Como as estruturas são muito extensas, particularmente os viadutos do Gasômetro e Capitão Sergio Carvalho, decidiu-se dividir as OAEs em trechos, separando as partes superior e inferior do tabuleiro.

As vistorias feitas na parte superior abrangeram a pista de rolamento, juntas de dilatação e parte interna dos guarda-rodas, tendo como referência os postes de iluminação existentes, uma vez que os projetos originais não foram localizados e não se tinha outras referências.

As vistorias realizadas na parte inferior foram feitas nos pilares, tabuleiros e parte externa dos guarda-rodas, tendo como referência os pilares das estruturas.

Em cada **"Ficha de Inspeção Preliminar"** foram lançadas as seguintes informações: data da inspeção, denominação e trecho da obra, tipo da estrutura e seus componentes, descrição das manifestações patológicas, avaliação das estruturas (conforme Quadro 1) e o Nível de Risco (conforme Figura 4), classificação das manifestações patológica (durabilidade, estabilidade ou funcionalidade) e um relatório fotográfico

Em cada ficha são apresentadas fotografias das anomalias mais relevantes, conforme mostrado nas Figuras 6, 7 e 8.

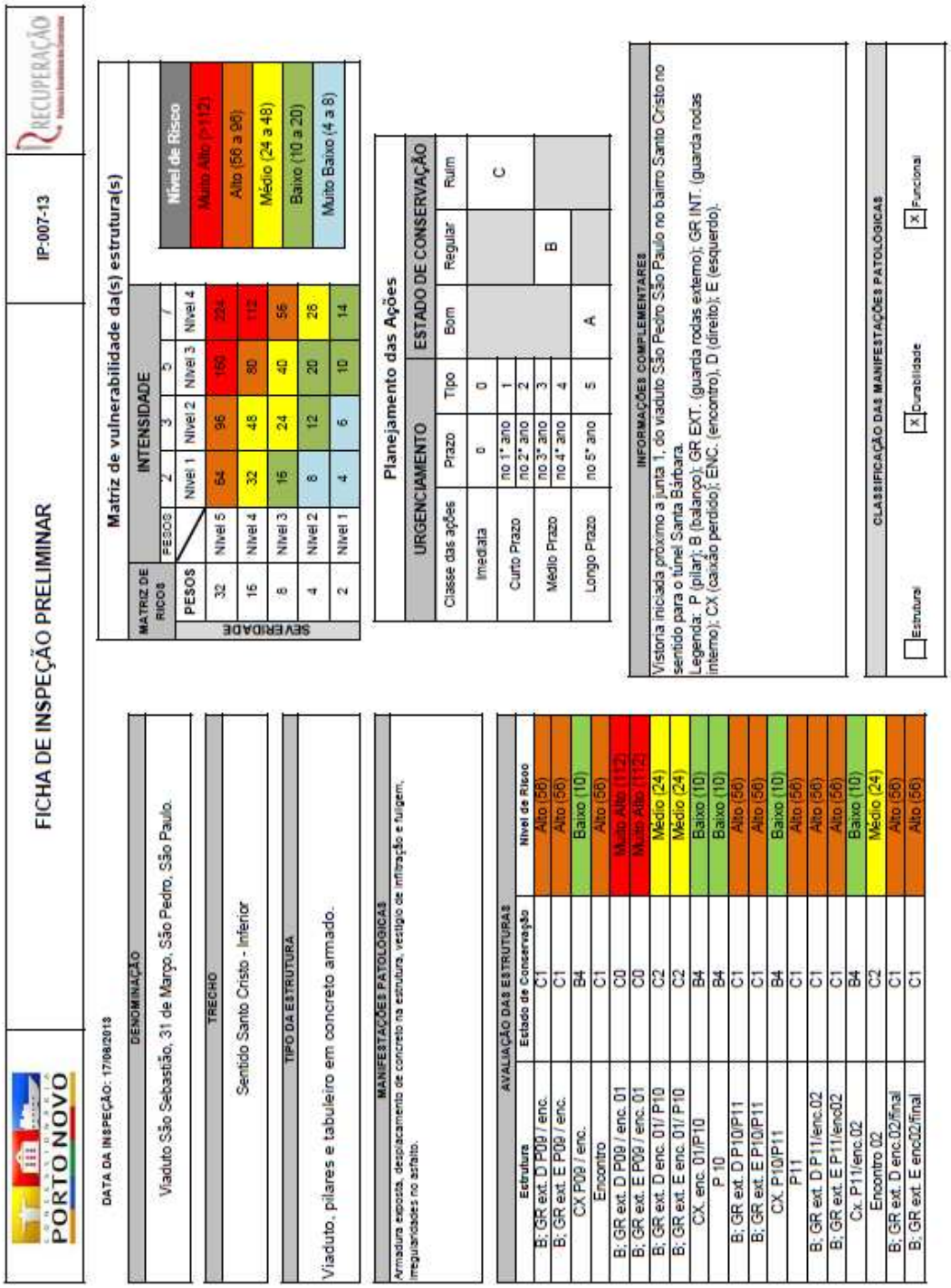

Figura 5 – Ficha de Inspeção (IP 007-13) Viaduto São Pedro /São Paulo (Fonte: Relatório Interno CPN, 2013)



Figura 6 – Área classificada como CO (Nível de Risco Muito Alto), devido ao perigo de queda de destacamento de concreto sobre os usuários – Viaduto São Pedro/ São Paulo (Fonte: Relatório Interno CPN – 2013)



Figura 7 – Trecho de guarda-rodas classificado como C1 (Nível de Risco Muito Alto), após a remoção dos destacamentos de concreto – Viaduto do Gasômetro (Fonte: Relatório Interno CPN – 2013)



Figura 8 – Pilar com armaduras expostas em processo de corrosão classificado como B3 (Nível de Risco Médio) – Viaduto Capitão Sergio Carvalho (Fonte: Relatório Interno CPN – 2013)

5. PLANEJAMENTO DAS INTERVENÇÕES

Todas as avaliações feitas nas Fichas de Inspeção Preliminar (IPs) foram lançadas em plantas de situação, sem escala, para melhor visualização das diversas manifestações patológicas encontradas formando um mapa dos pontos a serem reparados.

Neste mapa, todos os trechos dos viadutos foram identificados por um código que indica o estado de urgência das ações de reparo (C0, C1, C2, B3, B4 e A5) orientando o plano de manutenção em uma escala de tempo, de tal forma que todas as ações de classe C0 e C1 devem ser planejadas para o primeiro ano da operação, as ações de classe C2 para até final do segundo ano de operação e assim sucessivamente até as ações de classe A5, que podem ser planejadas para até o final do quinto ano de operação.

A Figura 9 exemplifica o lançamento das inspeções preliminares, mostrando a planta referente ao Viaduto São Pedro e São Paulo. A partir desta planta foi feito o planejamento das ações, conforme mostrado na Figura 10 (Janeiro de 2014), onde é possível observar, na penúltima coluna, o numero da IP para qual está sendo planejado o reparo no período.



Figura 9 – Planta de situação com a indicação da classificação do urgenciamento das ações de diversos trechos do Viaduto São Pedro / São Paulo (Fonte: Relatório Interno CPN – 2013).

PERIODO 31 PLANEJAMENTO DE RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS- JANEIRO 2014
ESTRUTURA: RECUPERAÇÃO GUARDA RODAS

ITEM	LOGRADOURO	SENTIDO	DESCRIÇÃO	COMPRIMENTO (m) DA JUNTA ou POSTE	POSTES ou PILARES RELACIONADOS	IP'S RELACIONADAS	ESTADO DE CONSERVAÇÃO
1	VIADUTO SÃO PEDRO E SÃO PAULO	SANTO CRISTO	GUARDA RODAS	26,10	P7 à P8 - LDE	06 - 13	C1
2	VIADUTO SÃO PEDRO E SÃO PAULO	SANTO CRISTO	GUARDA RODAS	27,20	P8 à P9 - LDE	06 - 13	C1
3	VIADUTO SÃO PEDRO E SÃO PAULO	SANTO CRISTO	GUARDA RODAS	26,30	P9 à P10 - LDE	07 - 13	C1
4	VIADUTO SÃO PEDRO E SÃO PAULO	SANTO CRISTO	GUARDA RODAS	38,50	ENCONTRO - LDE	07 - 13	C1
5	VIADUTO SÃO PEDRO E SÃO PAULO	SANTO CRISTO	GUARDA RODAS	26,00	ENCONTRO - LDE	07 - 13	C1
6	VIADUTO SÃO PEDRO E SÃO PAULO	SANTO CRISTO	GUARDA RODAS	27,20	ENCONTRO - LDE	07 - 13	C1
7	VIADUTO SÃO PEDRO E SÃO PAULO	SANTO CRISTO	GUARDA RODAS	26,80	ENCONTRO - LDE	07 - 13	C1
8	VIADUTO SÃO PEDRO E SÃO PAULO	SANTO CRISTO	GUARDA RODAS	26,60	ENCONTRO - LDE	07 - 13	C1
			TOTAL	224,70			

Figura 10– Modelo de planejamento mensal das intervenções de reparo (Fonte: Relatório Interno CPN, 2014)

6. CONCLUSÕES

A adoção do "Nível de Risco", obtido na "Matriz de Vulnerabilidade" elaborada pelo cruzamento dos indicadores intensidade x severidade das manifestações patológicas como sendo o parâmetro para definir o "Estado de Conservação" das OAEs, mostrou-se muito prático e eficiente para um diagnostico rápido que possibilitasse por em prática um planejamento da conservação das estruturas.

As fichas de Inspeção Preliminar (IPs) tornaram-se referencias para todos os trabalhos de planejamento das ações de manutenção para os próximos cinco anos, pois fornecem os subsídios para elaborar uma escala de prioridades fundamentada no nível de risco de acidentes de cada estrutura.

A partir da classificação do "Estado de Conservação" (C0, C1, C2, B3, B4 e A5) foi possível planejar e executar as intervenções de reparos estruturais necessárias em grupos de ação imediata, de curto, médio e longo prazo.

A Figura 11 mostra uma das intervenções de manutenção executada à partir do planejamento feito com base no estado de conservação da obra.



Figura 11- Recuperação estrutural realizada no Viaduto São Pedro/São Paulo
(Fonte: Relatório Interno CPN, 2013)

O trabalho não elimina a necessidade de um inventário completo das estruturas, com cadastramento das manifestações patológicas existentes e execução de ensaios dos materiais, caracterizando-os e avaliando o nível atual de deterioração de forma mais profunda, o qual faz parte da segunda etapa e ainda está em fase de implantação.

Com os estudos detalhados será possível determinar a vida útil das estruturas (AGUIAR, 2003), de forma a se planejar as ações corretivas e preventivas ao longo de todo o contrato de Parceria Público Privada, cujo prazo é de 15 anos.

Os autores do trabalho consideram que os resultados obtidos na primeira fase de implantação do plano de manutenção das Obras-de-arte Especiais da área portuária da cidade do Rio de Janeiro foram expressivos e podem servir de modelo para outros serviços no mesmo gênero.

7. REFERÊNCIAS

AGUIAR, J.E. **Previsão da vida útil da 3ª Ponte de Vitória**. 44° Congresso Brasileiro do Concreto IBRACON, Belo Horizonte, 2002.

ARTESP – AGENCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PUBLICOS DELEGADOS DE TRANSPORTE DO ESTADO E SÃO PAULO - COMISSÃO DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS DA SECRETATIA DE TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Controle das condições estruturais, funcionais e de durabilidade das Obras de Arte Especiais**. São Paulo, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- NBR 9452. **Vistoria de pontes e viadutos de concreto**, 1986.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias**, 2004.

RELATÓRIOS INTERNOS CPN – **Atividades mensais 03/2013**, 2013.

RELATÓRIOS INTERNOS CPN – **Atividades mensais 01/2014**, 2014.