

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE AS INSPEÇÕES ROTINEIRAS EM PONTES DE CONCRETO ARMADO E A QUEDA DE UMA PONTE

VOLPATTO, Vinícius Eugênio.¹SALGADO, Lincoln.²

RESUMO

Obras de arte especiais são estruturas de grande porte, tais como pontes, viadutos e túneis, sendo estas estruturas tão singulares no contexto econômico e social de uma nação, as mesmas merecem adequado emprego de medidas que venham a dar-lhes longevidade e principalmente segurança, devido a esta importância destacada, a aplicação de métodos de conservação e manutenção vem essencialmente garantir esta longevidade. Objetivando verificar se os métodos de inspeção rotineira de obras de arte especiais fornecem subsídio suficiente para que ações preventivas e corretivas possam ser aplicadas, foram comparados os dados da última inspeção rotineira de uma ponte localizada em uma estrada rural do oeste do Paraná e que veio a ruptura, com os pareceres técnicos inerentes a esta ruptura, afim de verificar se os elementos apontados na inspeção rotineira estavam relacionados com a ruptura da estrutura. Foi possível determinar que a inspeção rotineira, apontou diversas patologias significativas em elementos estruturais de expressiva importância, por exemplo, oxidação da armadura dos chumbadores e eflorescências em diversos locais. Os pareceres técnicos elaborados após a ruptura da ponte, indicaram principalmente como possível fator de queda a pressão da água sobre a cabeceira do aterro e sobrecarga na estrutura fragilizada pela oxidação da armadura, portanto pode-se afirmar que os resultados oriundos das inspeções rotineiras, fornecem o subsídio necessário para que se garanta a maior vida útil e serventia destas pontes, pode-se observar também que as ações indicativas da inspeção realizada não foram executadas o que certamente contribuiu para a ruína da estrutura. A ineficiente ou precária política e estratégia de manutenção na construção civil ocasionam graves consequências com referência aos riscos aos usuários finais das obras. A administração pública deve garantir ao usuário de uma obra de arte especial princípios de acessibilidade e segurança, por força de um direito primário constitucional, o direito de ir e vir, portanto, pode-se afirmar com a realização deste estudo, que uma maneira muito eficiente de se garantir isso, é através dos empregos dos métodos de conservação e manutenção que são auxiliados pelos laudos de inspeções rotineiras.

PALAVRAS-CHAVE: Ruptura, Ponte, Patologias, Inspeção Rotineira.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a norma DNIT 010/2004 – PRO, pontes são estruturas que incluem apoios edificados sobre uma obstrução ou uma depressão que sustenta uma pista para passagem de veículos e também outras cargas móveis, além de possuírem um vão livre que é medido ao longo do eixo da rodovia superior a seis metros.

¹Vinícius Eugênio Volpatto. E-mail: vini.volpatto@hotmail.com

²Lincoln Salgado. E-mail: salgadozout@hotmail.com

Segundo Oliveira (1999) citado por Laner (2001), pontes e viadutos são elementos de fundamental importância para o transporte de cargas em rodovias, além de serem indispensáveis para o escoamento da produção do Brasil. Ademais, são responsáveis por fazerem a conexão nos pontos de difícil acesso das estradas, garantindo uma trajetória ininterrupta.

Já Lourenço (2009) diz que pontes e viadutos são obras de arte especiais que estão sujeitas à ação de diversas patologias da construção, em função do seu uso constante e também pela falta de programas preventivos de manutenção em grande parte dos casos. O autor ainda cita que a ocorrência de problemas patológicos é um fenômeno regular dentre as pontes e viadutos em todo mundo e que os procedimentos de inspeção constituem uma etapa indispensável na manutenção de uma estrutura e devem levar em consideração as particularidades da construção.

No mesmo sentido, Giovannetti (2014) entende que pontes e viadutos são conhecidos como obras de arte especiais, sendo constantemente danificados por diversos fatores que podem influenciar em sua estrutura, assim como ocorre com qualquer outra construção. Por isso, visando corrigir e evitar manifestações patológicas, é fundamental a realização de vistorias sistemáticas para investigar a capacidade e o desempenho das obras de arte, conter ou impedir sua deterioração, a ocorrência de graves acidentes e até mesmo o colapso da estrutura (GIOVANNETTI, 2014).

Outros autores também citam a importância de programas preventivos de manutenção de pontes e viadutos, como no caso de Laner (2001) que diz que a ação preventiva tem uma vital importância para que se possa monitorar as condições de obra e evitar, através da manutenção, que os problemas existentes evoluam, conservando dessa forma o enorme capital representado pelas obras de arte.

A falta de estratégias focadas para a conservação de obras públicas por parte dos governos, em todas as esferas, faz com que os responsáveis por tais obras se empenhem apenas com a sua execução, deixando de lado qualquer questão voltada à sua conservação e manutenção. O exemplo mais notório são as pontes e viadutos que fazem parte da malha rodoviária brasileira (VITÓRIO, 2006).

A ineficiente ou precária política e estratégia de manutenção na construção civil ocasionam graves consequências com referência aos riscos aos usuários finais das obras, sendo o Brasil a maior prova disso, principalmente nos grandes centros, onde pontes e viadutos estão em péssimas

condições, pois não existe nenhum acompanhamento ou manutenção das estruturas, além do uso impróprio agravar ainda mais a situação (VEIGA, 2007).

2. REFERENCIAL TEÓRICO OU FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A ESTRUTURA DE PONTES

De acordo com o manual 709 do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT), que aborda as inspeções de pontes rodoviárias, a grande maioria das pontes possuem apenas três componentes básicos, conforme descritos a seguir.

2.1.1 O Estrado

O estrado possui uma função estrutural de transferência de cargas, sejam elas, permanentes ou móveis, para outros componentes da ponte, sendo composto por lajes e um sistema estrutural secundário capaz de permitir um tráfego seguro e fluente. Os materiais utilizados para a construção de um estrado de ponte podem ser de madeira, concreto ou aço.

2.1.2 A Superestrutura

É o componente da ponte que sustenta o estrado e possui função estrutural de transmitir a carga proveniente do estrado ao longo dos vãos e apoios. Suas cargas podem ser transmitidas para os apoios por compressão, tração ou flexão, podendo também ocorrer dos três modos ao mesmo tempo.

Seguindo essa caracterização, ainda se podem agrupar as pontes em três grupos básicos, que são abaixo discriminados.

2.1.2.1 As Pontes em Vigas

Leonhardt (1979) as classifica como pontes com vigas sobre dois apoios simples, vigas bi

apoiadas com balanços ou vigas contínuas, sendo que a primeira é isostática, organizando-se em um vão apenas ou em uma série, enquanto a segunda é semelhante a primeira, mas com diferencial na maneira da distribuição dos esforços de momento, que são ao longo da estrutura em função do balanço.

2.1.2.2 As Pontes em Arco

As pontes em arco transferem as cargas por solicitações inclinadas de compressão, sendo o material de construção em madeira, concreto ou aço. A execução deste tipo de estrutura permite o emprego de concreto armado convencional em vãos com grandes comprimentos, além de reduzir o consumo do material (IPR, 2004).

2.1.2.3 As Pontes Pênsil e Estaiadas

Configuram-se quando as solicitações de tração dos cabos de suspensão são transferidas às ancoragens na infraestrutura, após terem provocado nas torres intermediárias solicitações de compressão (IPR, 2004).

São estruturas que acomodam maiores vãos livres entre os apoios, sendo compostas por um tabuleiro contínuo, mantido por cabos metálicos chamados de pendurais que, por sua vez, são ligados ao cabo metálico principal (VASCONCELOS, 1993).

2.1.3 A Infraestrutura

A infraestrutura da ponte é o elemento que envolve todos os componentes que sustentam a superestrutura da ponte. Sua função é a de transferência das cargas de superestrutura e também de sua própria carga para a fundação (IPR, 2004).

2.2 A CLASSIFICAÇÃO DE PONTES POR MATERIAL DA SUPERESTRUTURA

2.2.1 As Pontes de Madeira

De modo geral, as pontes de madeira seguem o mesmo sistema estrutural de outros materiais, porém são muito mais versáteis e leves. Devido a esse fato, existem soluções únicas para determinadas situações (CALIL, 2006).

2.2.2 As Pontes de Alvenaria

As pontes de alvenaria possuem uma vida muito longa, tanto que inúmeras estão em funcionamento há séculos, devido a sua forma e aos materiais empregados. Porém, com o avanço de materiais como o aço e o concreto armado, as pontes de alvenaria entraram em desuso.

Quando se compara esse tipo de estrutura com o concreto armado e aço, ela leva vantagem quanto ao seu comportamento estrutural, durabilidade e baixa necessidade de manutenção. Em contrapartida, sua construção é demorada e a produção de blocos de alvenaria ou pedra necessários para sua construção demanda muita mão de obra (SANTOS, 2009).

2.2.3 As Pontes de Concreto Armado

Surgiram no final do século XIX as primeiras pontes em concreto armado, o qual é até hoje um dos principais materiais na construção de pontes e obras em geral. Uma de suas limitações se dá quando na superestrutura existe a necessidade de vãos muito grandes, mas a sua utilização é recomendada com vãos de até 20m (VITORIO, 2002).

2.2.4 A Ponte de Concreto Protendido

Pontes de concreto protendido conseguem vencer vãos que o concreto armado não pode. Sua utilização teve início em 1938, sendo interrompida durante a guerra e voltando em 1948 como preferência para a execução de pontes (LEONHARDT, 1979).

O material mais utilizado nas construções de pontes rodoviárias é o concreto protendido, pelo fato de possuir várias vantagens quando comparado ao concreto convencional. Algumas das suas principais vantagens são as reduções da altura das vigas e da quantidade de concreto e aço, devido a sua alta resistência e à possibilidade de vencer vãos superiores a 200m (VITORIO 2002).

2.2.5 As Pontes de Aço

No fim do século XVIII, juntamente com as estruturas de ferro fundido, surgiram às pontes metálicas. Além disso, o primórdio das ferrovias tornou essencial grandes obras para sustentar grandes cargas, de modo que as ferrovias passaram a ser alavancadas com materiais como o aço e o ferro forjado, que eram considerados novidades da época.

As pontes feitas com aço estrutural foram amplamente utilizadas no final do século XIX, devido à Revolução Industrial, com ressaltos para as pontes pênsis. No Brasil, a ponte pênsil Hercílio Luz da capital catarinense é um exemplo de grande destaque na literatura sobre pontes pênsis (VITORIO, 2002).

2.2.6 As Pontes Mistas (Aço e Concreto)

A *American Association of State Highway Officials* (AASHO) realizou em 1944 as primeiras publicações a respeito de pontes rodoviárias em concreto e aço, e somente em 1961 houve uma atualização desta norma. Nos últimos vinte anos, foram edificadas várias pontes mistas no Brasil, como a ponte da Linha Vermelha que passa sobre a Avenida Brasil no Rio de Janeiro, a qual foi marcada pela introdução do AR-COR, um aço de alta resistência desenvolvido no país (KLINSKY, 1999).

2.3 AS PATOLOGIAS EM PONTES

As patologias em pontes consistem em manifestações que podem prejudicar o desempenho desejado durante a vida de uma edificação. O termo “patologias” está relacionado com a sua definição na área da Medicina, em que se estudam a sua origem e os seus sintomas (GONÇALVES, 2015).

As patologias encontradas nas obras de arte especiais possuem uma origem variada e, quando essas anomalias não são remediadas de forma correta, afetam a funcionalidade e a vida útil da estrutura. Vários autores já elaboraram estatísticas, quantificando as falhas existentes com o objetivo de observar em qual etapa da construção ocorrem mais falhas que geram patologias (LOURENÇO, 2009).

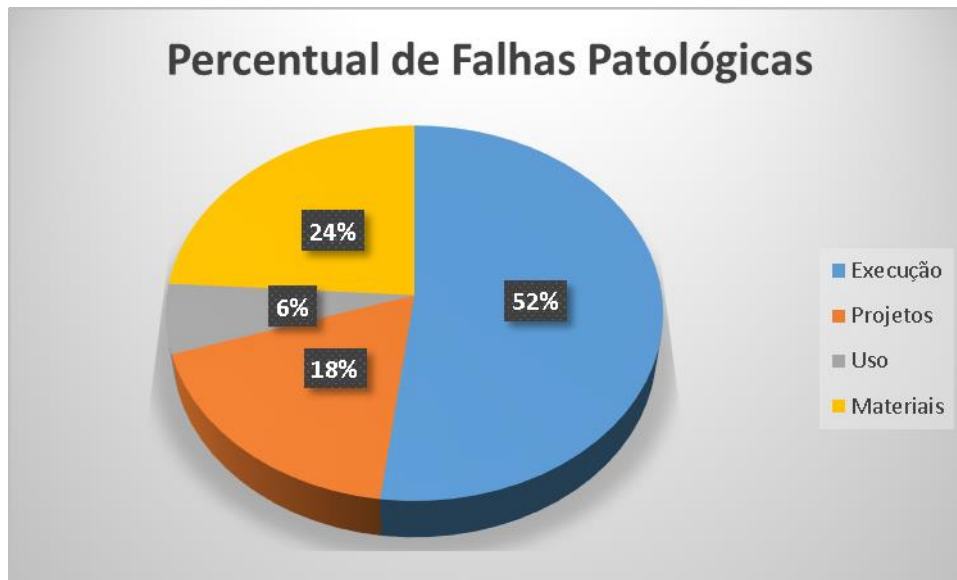


Figura 1 – Percentual de falhas patológicas
Fonte: Lourenço (2009)

2.3.1 As Fissuras

As fissuras são um fenômeno muito frequente no mundo todo quando se trata de pontes de concreto armado. Originam-se quando existe uma distribuição desproporcional de tensão no interior da estrutura ou também podem se originar a partir da desagregação do concreto, podendo ocasionar sérios eventos de instabilidade estrutural com graves consequências (LOURENÇO, 2009).

O Instituto de Pesquisa Rodoviárias (IPR) diz que não existe uma separação nítida entre trincas e fissuras, sendo ambas caracterizadas por uma fratura linear no concreto que se desenvolve ao longo da estrutura. São classificadas entre capilares, médias e largas (IPR, 2006).

Para Tejedor (2013), a origem das fissuras em pontes, está relacionada a uma série de fatores, dentre os quais estão: uso de materiais de baixa qualidade, temperaturas extremas, falhas na concretagem, incremento de cargas atuantes sobre o tabuleiro e material pouco vibrado ou mal curado.

As fissuras são uma patologia comum às estruturas de concreto e, quanto ao movimento relativo, são diferenciadas entre ativas e passivas. As fissuras ativas são aquelas que permanecem em movimento de abertura, enquanto as passivas constituem aquelas em que o movimento é

interrompido. O maior perigo apresentado pelas fissuras é o fato de elas serem um convite para a corrosão da armadura (NEVILLE, 1997).



Figura 2 – Fissura
Fonte: IPR (2004)

2.3.2 Os Vazios de Concreto

Os vazios de concreto são espaços ou nichos sem massa no meio do concreto, causados pela vibração inadequada e o adensamento durante a construção, o que resulta na segregação dos agregados, separando-se o agregado miúdo da massa de cimento (IPR, 2004).

2.3.3 A Corrosão da Armadura

A corrosão da armadura é definida quanto, por meio de uma ação química, resulta um processo de deterioração de um metálico, podendo ou não estar ligado a esforços mecânicos. Tal processo é danoso à vida útil do material e eventualmente torna-o impróprio para uso (LOURENÇO, 2009).

As armaduras são protegidas devido ao cobrimento de concreto, que é uma espécie de

barreira que impede que agentes de deterioração adentrem para a armadura. O oxigênio, a água e os íons de cloretos possuem um papel fundamental na corrosão da armadura, e por isso é necessário reduzir e monitorar a permeabilidade do concreto, como também realizar a cura e adensamento corretos na execução do concreto (IPR, 2004).

A corrosão se demonstra na forma de manchas na superfície, fissuras, redução do cobrimento do concreto e diminuição da seção resistente das armaduras. Caso não sejam adotadas medidas preventivas, a patologia tende a reduzir a área de seção transversal do aço, podendo em alguns casos fazer a estrutura ruir. Portanto, uma maneira de se impedir a corrosão da armadura é por meio de cautelas na fabricação do concreto e atendimento aos cobrimentos adequados da armadura descritos pela NBR 6118/2003 (IPR, 2004).



Figura 3 – Corrosão da armadura
Fonte: IPR (2004)

2.3.4 A Desagregação

Ocorre quando o cimento perde sua capacidade aglomerante devido a um ataque químico, deixando os agregados livres. A anomalia acontece na superfície do concreto, por uma alteração de cor, seguida por um aumento da abertura das fissuras e um empolamento das camadas externas de concreto causado por um aumento de volume.

Sua principal causa está relacionada com a existência de sulfatos e de cloretos ou quando o preparo do concreto é feito com aditivo retardador de pega com excesso de cloreto (IPR, 2004).

2.3.5 A Carbonatação

A carbonatação é uma das principais responsáveis pela corrosão da armadura, sendo resultado da transformação do hidróxido de cálcio, que possui elevado PH, em carbonato de cálcio, que possui um PH neutro.

Além da umidade presente no concreto influenciar no avanço e velocidade, a quantidade de dióxido de carbono (CO₂) existente no ambiente também contribui para que a carbonatação ocorra com maior velocidade. A ocorrência de fissuras e a permeabilidade do concreto também são fatores que influenciam o fenômeno (VITORIO, 2003).

2.3.6 A Lixiviação

Quando os elementos hidratados da pasta do cimento podem ser dissolvidos e carregados pela ação das águas, inicialmente toda a areia presente no revestimento é levada, deixando a estrutura com uma aparência muito particular (IPR, 2004).

A lixiviação é danosa ao concreto, pois com a remoção dos sólidos, ocorre a diminuição da resistência mecânica do elemento, o que facilita a entrada de materiais prejudiciais ao aço e também ao próprio concreto, como o oxigênio e a água (THOMAZ, 2009).



Figura 4 – Lixiviação
Fonte: Técnica (2009)

2.3.7 Os Danos de Colisões

Alguns veículos podem derrapar e atingir defensas e barreiras, bem como as embarcações de rios navegáveis podem atingir elementos da infraestrutura ou mesoestrutura. Assim, ambos podem causar vários danos nos elementos estruturais. Além do mais, os caminhões que trafegam com cargas com excesso de peso ou ainda infringindo gabaritos, podem danificar pórticos de sinalização e passagens superiores (IPR, 2004).

2.3.8 A Fadiga

Quando há estruturas expostas a carregamentos de forma repetida, ocorrem trincas e fissuras por fadiga, que provocam elevadas tensões, podendo até promover uma ruptura frágil no elemento estrutural. Além da qualidade do material, outros fatores que podem provocar o aparecimento de trincas por fadiga são: idade e histórico de cargas na ponte, alta frequência de tráfego de caminhões muito pesados e alta amplitude nas variações de tensões (IPR, 2004).

2.4 OS MÉTODOS DE INSPEÇÃO

2.4.1 A Inspeção Cadastral

É a primeira inspeção realizada na ponte, logo após a sua conclusão ou quando entra para o sistema viário. Também deve ser realizada quando existe uma notável alteração na configuração da obra de arte. Consiste num tipo de inspeção com documentação ampla, pois além dos dados da inspeção, adere o projeto completo e todas as informações construtivas (IPR, 2004).

2.4.2 A Inspeção Rotineira

É uma inspeção agendada com intervalos de no máximo dois anos entre uma e outra, com o objetivo de identificar qualquer patologia que esteja se desenvolvendo ou qualquer alteração relativa à inspeção anterior. É uma inspeção registrada por meio de documentos fotográficos e do preenchimento de fichas de inspeção de rotina (IPR, 2004).

2.4.3 A Inspeção Especial

As inspeções especiais são realizadas com intervalos máximos de cinco anos e em todas as pontes que são consideradas excepcionais, seja devido ao seu tamanho, sistema estrutural ou também à presença de alguma anomalia (IPR, 2004).

2.4.4 A Inspeção Extraordinária

É uma inspeção que ocorre de forma não programada, sendo realizada quando existem danos estruturais na obra de arte de forma repentina, sejam provocados pelo homem ou pela natureza. Nessa inspeção, a equipe tem autoridade para limitar as cargas de tráfego ou até mesmo interromper o trânsito e solicitar uma inspeção especial (IPR, 2004).

2.4.5 A Inspeção Intermediária

Este tipo de inspeção tem por objetivo monitorar uma patologia já encontrada, tal como uma erosão inicial, um pequeno recalque na fundação, etc. Não é necessária a presença do inspetor, desde que o objetivo da inspeção esteja bem claro (IPR, 2004).

2.5 AS AÇÕES PROVENIENTES DAS INSPEÇÕES

A manutenção de obras de arte especiais (OAEs) envolve a realização de inspeções periódicas que devem alimentar um sistema gerencial que subsidiará a tomada de decisão acerca das ações a serem tomadas para conservar ou recuperar as estruturas.

A conservação possui pouca ênfase quanto ao tratamento de obras de arte especiais, sendo voltada para os serviços de rodovia e faixa de domínio. Não por outro motivo que 87% dos supervisores das Unidades Locais não concordam com a afirmação de que os contratos de manutenção contemplam os serviços necessários para manter a integridade, segurança e trafegabilidade das OAEs (TCU, 2002).

As ações de conservação de rodovias administradas pelo DNIT são realizadas pelos Planos

Anuais de Trabalho e Orçamento (PATO) e recentemente baseadas em parâmetros de desempenho nos Contratos de Restauração e Manutenção (Crema).

Além dos contratos voltados à conservação da rodovia, existem contratos específicos para a recuperação e eventuais melhoramentos de obras de arte especiais que necessitem de intervenções maiores, de modo a serem recuperadas e, em alguns casos, alargadas e reforçadas (TCU, 2012).

2.5.1 Os Planos Anuais de Trabalho e Orçamento (PATO)

A programação dos serviços é feita de forma descentralizada pelas unidades locais do DNIT, que realizam um projeto simplificado que serve de base para a licitação e a contratação de serviço. Desse modo, tarefas pouco complexas são realizadas pelos recursos das unidades locais, ao passo que as mais complexas, de natureza estrutural, são objeto de contratação de empresas especializadas.

O manual relaciona alguns serviços de conservação passíveis de execução em contrato, quais sejam: limpeza da superfície do concreto, limpeza dos dispositivos de drenagem, pintura e reparos não estruturais. Portanto, vários outros problemas que ocorrem nas OAEs e que se agravam com o passar do tempo não são objeto de correção pelos contratos de conservação, tais como o surgimento de fissuras e trincas no concreto, corrosão e perda de recobrimento das armaduras e desagregação do concreto.

Os serviços de conservação para as obras de arte especiais previstos no PATO não são suficientes para uma adequada conservação dessas estruturas, uma vez que os serviços previstos nesses contratos não conseguem prevenir e remediar as patologias que ocorrem com frequência nas OAEs (TCU, 2012).

2.5.2 Os Contratos de Reparação e Manutenção (CREMA)

Os Contratos de Reparação e Manutenção são contratos a preço fixo global, nos quais as empresas se encarregam da recuperação do pavimento e sua conservação por determinado período.

Assim, o programa foi dividido em duas etapas, sendo a primeira com intervenções de caráter funcional com duração de dois anos e a segunda para obras de recuperação estrutural dos pavimentos e conservação por cinco anos.

A primeira etapa do CREMA compreende obras de recuperação funcional dos pavimentos, incluindo sinalização horizontal. No que diz respeito a obras de arte especiais, não existe previsão de ações de restauração ou recuperação dessas estruturas.

Na segunda etapa, o artigo 2º da norma estabelece: “Os projetos executivos e o edital de licitação das obras incluirão, ainda: a recuperação e a manutenção das Obras de Arte Especiais, excluindo o reforço estrutural e alargamentos [...]”. Nota-se que os projetos que foram elaborados do CREMA 2ª etapa não contemplam a recuperação das obras de arte especiais (TCU, 2012).

2.5.3 O Programa de Reabilitação de Obras de Arte Especiais (Proarte)

Este programa teve por objetivo a restauração, o reforço estrutural e o alargamento do conjunto de obras de arte especiais administradas pelo DNIT ao longo de oito anos, com custo estimado de R\$ 6 bilhões.

Verificou-se uma série de irregularidades na concepção do programa, dentre as quais se destacam:

- a) Ausência de critérios consistentes das OAEs a serem priorizadas, em que obras críticas foram desprezadas e outras em melhor estado de conservação foram selecionadas;
- b) Inexistência de projeto básico minimamente adequado e aceitável;
- c) Orçamento com sobre preço, em que vários serviços, além de quantificados inadequadamente, tinham preços referenciais acima daqueles praticados no mercado (TCU, 2012).

3. METODOLOGIA

3.1 A PONTE

O estudo limitou-se a uma ponte localizada em uma estrada rural do oeste paranaense. A ponte possui as seguintes características: 14 metros de comprimento, 7 metros de largura, 13,2 metros de vão, duas vigas tipo “TB” com seção retangular constante, a fundação da mesma foi feita através de sapatas retangulares apoiadas em rocha.

3.2 O LAUDO DE INSPEÇÕES

Existem alguns métodos de inspeções realizados em obras de arte descritos no Manual de Inspeções em Pontes Rodoviárias do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), são eles: inspeções cadastrais, inspeções rotineiras, inspeções especiais, inspeções extraordinárias e inspeções intermediárias.

O documento analisado foi o laudo de inspeções rotineiras, pois representa inspeções programadas com intervalos máximos de dois anos e destinadas a coletar observações e medições para identificar qualquer anomalia em desenvolvimento ou qualquer alteração em relação à inspeção cadastral ou à inspeção rotineira anterior, além de verificar a necessidade da realização de uma inspeção especial após a avaliação dos todos os itens: laje; vigamento principal; masoestrutura; infraestrutura e; pista/ acesso. A avaliação desses itens permite fazer associações com os pareceres técnicos. O laudo de inspeção rotineira analisado está de acordo com a norma DNIT 010/2004-PRO.

Acompanhado a ficha de inspeção rotineira, se encontram as Instruções para Atribuição de Notas de Avaliação, onde são atribuídas notas de 1 até 5, relacionando a nota com a categoria dos problemas detectados. Sendo a maior nota 5, considerada em boa condição, sem ação corretiva a fazer, classificada como obra sem problemas. Já a nota 4, também é considerada em boa condição, classificada como uma obra sem problemas importantes, levando em conta apenas serviços de manutenção. Uma obra com nota 3 é considerada potencialmente problemática, aparentemente boa, colocando-se os problemas detectados em observação sistemática. Quando a estrutura recebe uma nota 2, significa que ela é uma obra problemática, em estado sofrível, sendo necessário uma

recuperação com reforço em curto prazo, pois existem danos que geram significativa insuficiência estrutural. Por fim, a nota 1, condiz com um estado precário da estrutura, com danos gerando grave insuficiência, classificada como uma obra crítica.

Foram anotadas no laudo de inspeção rotineira as ocorrências encontradas e qualificadas por tipologia e localização nos elementos estruturais e posteriormente tabuladas.

3.3 PARECER TÉCNICO

Foi realizada a análise de dois pareceres técnicos redigidos após a queda da ponte, verificando-se quais foram os fatores responsáveis pela sua ruína e buscando associações desses fatores com os apontamentos encontrados durante a realização das inspeções rotineiras.

3.4 ANÁLISES DE DADOS

Após a obtenção de todos os documentos, foi verificada a relação dos apontamentos observados no laudo de inspeções com os fatores responsáveis pela ruína da ponte, apontados pelos pareceres técnicos, analisando se houve ações provenientes das inspeções que poderiam ter evitado a queda.

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERÍSTICAS DA PONTE

Conforme o laudo de inspeção rotineira, a ponte possui as seguintes características.

Tabela 1 – Características da Ponte.

Seção Tipo	Dimensões	Pista
Vigas	Comprimento Total: 14m	Duas Faixas
Duas vigas "T"	Largura Total: 7m	Sem Acostamento
Seção Retangular Constante	Vão: 13,20m	Não Possui Passeio
Tipo Estrutural: Viga Contínua	Balanço - Sem Balanço	Guarda Rodas em C.A
Material: Concreto		Material: Concreto
Pilar		Revestimento: Asfáltico
Cabeceiras e Alas em Concreto		
Ciclópico com Armadura		
Fundação		
Sapatas Retangulares Apoiadas		
Sobre Rochas		

Fonte: Órgão Responsável

4.2 LAUDO DE INSPEÇÃO ROTINEIRA

Durante a realização da inspeção rotineira do dia 19 de fevereiro de 2016, foram constatadas as seguintes patologias, de acordo com a tabela a seguir.

Tabela 2 – Quadro de Patologias

PATOLOGIA	LOCALIZAÇÃO	FATORES INFLUENTES
Destruição com armadura exposta	Guarda Rodas	Em função de acidentes não registrados.
Eflorescência	Viga Travessa	Por excesso de humidade, causando a dissolução do hidróxido de cálcio, apresentando-se a forma de manchas brancas, possível comprometimento da armadura de chumbadores por eflorescências

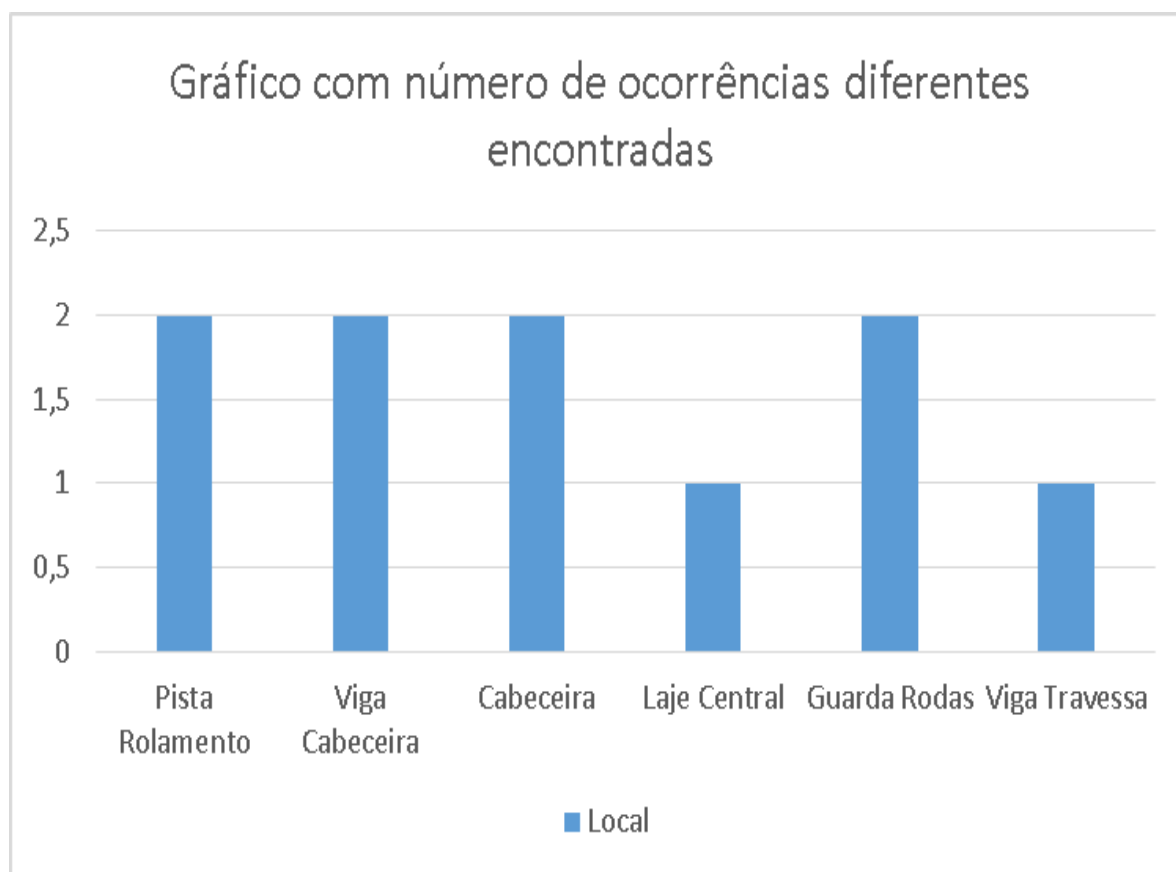
		alaranjadas que ocorrem no local.
Corrosão da Armadura	Guarda Rodas; Laje Central; Viga de Cabeceira; Cabeceira.	Evidenciada por manchas alaranjadas, associado à falta de drenos. A patologia apresenta-se no sentido longitudinal da armadura pode-se observar, falta de manutenção.
Corrosão da Armadura	Cabeceira	Ocorre em pontos localizados, apresenta uma grande fissura no sentido longitudinal da seção da cabeceira, entupimento das pingadeiras, falta de manutenção evidenciada, corrosão demonstrada, requer expressivo cuidado.
Degrau	Viga de Cabeceira	Junção da estrutura em concreto com o pavimento primário apresenta degrau, o que interfere no acesso dos veículos à estrutura, causando impacto não atribuído em projeto.
Panelas	Pista de Rolamento	Por perda de adesão entre os ligantes betuminosos e os agregados. Permite a percolação de água na estrutura, sugere-se corrosão da armadura em detrimento da coloração alaranjada aparente nos pontos de desagregação.
Trincas	Pista de Rolamento	Sugestivo de corrosão de armadura longitudinal da laje

		em vista a manchas alaranjadas aparentes.
NOTA GERAL DA ESTRUTURA		2

Fonte: Órgão responsável

Dentre os tipos de patologias encontradas, observa-se que as maiores ocorrências estão no guarda rodas, pista de rolamento, viga de cabeceira e cabeceira, com duas patologias diferentes em cada elemento estrutural, a viga travessa e laje central possuem uma patologia encontrada em cada, de acordo com o seguinte gráfico.

Gráfico 1 – Número de ocorrências Diferentes



Fonte: Autor, 2016

Durante a realização da última inspeção rotineira antes da ruptura da ponte, foi constatado que as patologias verificadas não condenariam a ponte, porém existia a necessidade de uma intervenção emergencial devido ao deslocamento das vigas sobre a cabeceira sugerido pela ruptura ou corrosão dos chumbadores de cabeceira com a viga de cabeceira. A nota geral atribuída na ponte foi 2, sendo a condição sofrível, com problemas importantes, além de ser requerida uma recuperação estrutural.

O primeiro parecer técnico analisado foi elaborado no dia 18 de maio de 2016, nesse parecer, considerou-se que a infraestrutura rompeu e deslocou a laje, tornando-a inutilizável, sendo visível o deslocamento da laje, ficando com a cabeceira rompida na seção longitudinal e a incidência de eflorescências avermelhadas presente em todo corpo da estrutura, sugerindo ruptura e oxidação da armadura, o que também comprometeu a ponte.

Outra observação foi que os elementos que serviam para amarração da superestrutura na infraestrutura apresentaram sinais de ruptura, assim a ruptura ocorreu em função de uma sobrecarga em uma estrutura fragilizada por oxidação das armaduras. Foi constatada a importância da definitiva interdição da ponte para diminuir qualquer possibilidade de danos maiores a estrutura ou aos usuários que nela transitam.

O segundo parecer técnico analisado, foi realizado no dia 23 de maio de 2016, através de vistoria ao local além de registro fotográfico para elucidar as possíveis causas da ruptura da ponte.

A vistoria foi realizada em um dia não chuvoso, sendo constatado que o local era de fácil acesso, sendo verificadas as seguintes observações:

- A estrutura sofreu ruptura que não permite utilização
- O deslocamento da laje sobre a cabeceira é visível
- Inúmeras eflorescências observadas
- Existência de chumbadores expostos, rompidos e oxidados.
- Observação de drenos da cabeceira entupidos
- Inúmeras ocorrências de trincas, fissuras e panelas sobre a laje central.

O parecer afirma que a ruptura da ponte ocorreu em função da pressão da água sobre a cabeceira na seção do aterro, onde os drenos estavam entupidos ou não existiam, junto com a ruptura dos chumbadores da estrutura (laje, viga de cabeceira, cabeceira).

Durante a realização da vistoria, num dado momento houve a visita de um motociclista que acabou por atravessa-la, estando a ponte em tal situação, sugerindo a intervenção efetiva da estrutura.

Ambos os pareceres técnicos salientaram a importância da imediata interdição da ponte, comprovando que pelo menos até o dia da realização do segundo parecer que ocorreu no dia 23 de maio deste ano, a ponte ainda estava sendo utilizada por usuários, podendo agravar ainda mais a situação da mesma, além de colocar a segurança em risco de quem transita pela estrutura.

O primeiro parecer técnico constatou que a ruptura ocorreu pela sobrecarga na estrutura fragilizada devido à oxidação da armadura, pode-se observar no laudo de inspeção rotineira que foi verificado corrosão da armadura na cabeceira, viga de cabeceira, guarda rodas e laje central, evidenciados através de manchas alaranjadas, sendo associadas à falta de drenos e manutenção, além da associação com a percolação de água através de fissuras encontradas na estrutura.

O segundo parecer afirmou que o rompimento se deu devido à pressão da água sobre a cabeceira do aterro, junto com a ruptura dos chumbadores. No laudo de inspeção é possível observar no campo de fatores influentes da patologia eflorescência que existia um possível comprometimento da armadura de chumbadores por eflorescências alaranjadas ocorridas no local, também é possível verificar no laudo que a corrosão da armadura está também associada à falta de drenos, fato que aumentou a pressão da água.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos documentos analisados, constatou-se que não foi empregado qualquer método de manutenção e conservação na estrutura, verificado através das inúmeras patologias encontradas, evidenciando a necessidade de uma manutenção corretiva nos pontos onde foi apresentado

ocorrências, além de uma manutenção preventiva, a fim de evitar o surgimento de novos fatores que influenciem na vida útil da ponte.

Depois de comparado o laudo de inspeções com os dois pareceres técnicos, é possível afirmar que as inspeções rotineiras fornecem parâmetros importantes que devem ser efetivamente considerados para manutenção e conservação da estrutura, ajudando a manter a longevidade da estrutura em conformidade com as especificações de projeto.

Após verificadas as ocorrências patológicas na ponte, com o emprego da inspeção rotineira, esta deveria sofrer intervenção para uma manutenção corretiva, sanando os problemas verificados, assim a estrutura poderia estar em condições de uso até o presente momento. Além disto, os gastos com construções emergenciais e ou substituição da ponte rompida, são efetivamente maiores do que os gastos para pequenos reparos e serviços de conservação.

O planejamento de ações a serem realizados, torna-se um trabalho árduo quando não existem inspeções realizadas de forma sistemática, sendo necessária a contratação emergencial de serviços de recuperação, manutenção e conservação, devido ao desconhecimento das ocorrências patológicas e necessidade de recuperação das obras de arte, ocasionando elevados custos aos cofres públicos.

Tendo em vista que as obras de arte especiais possuem suma relevância econômica e social é muito importante que as mesmas recebam tratamentos adequados de manutenção e conservação e não sejam largadas ao abandono, realizando intervenções somente quando se apresentam fragilizadas e em estado precário.

A administração pública deve garantir ao usuário de uma obra de arte especial princípios de acessibilidade e segurança, por força de um direito primário constitucional, o direito de ir e vir, portanto, pode-se afirmar com a realização deste estudo, que uma maneira muito eficiente de se garantir isso, é através dos empregos dos métodos de conservação de manutenção que são auxiliados pelos laudos de inspeções rotineiras.

REFERÊNCIAS

BARONI, L. L. **Infraestrutura Urbana: Projetos, Custos e Construção**. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/36/inspecao-subaquatica-de-pontes-307659-1.aspx>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

CALIL, C.J. **Manual de Projeto e Construção de Pontes de Madeira**. São Carlos: 2006.

DNIT. NORMA DNIT 010/2004 - PRO. **Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido**: Procedimento. Rio de Janeiro: 2004.

GIOVANNETTI, A.C; PINTO R.C. Avaliação da Condição de uma Ponte: Estudo de Caso. **VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas 2014**. Rio de Janeiro, 2014.

KLINSKY, G.E.R.G. **Uma Contribuição ao Estudo das Pontes Mistas**. Dissertação de mestrado. São Carlos, 1999.

LANER, F.J. **Manifestações Patológicas nos Viadutos, Pontes e Passarelas do Município de Porto Alegre**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

LEONHARDT, F. **Construções do concreto: Princípios básicos da construção de pontes de concreto**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1979.

LOURENÇO, L.C. **Análise da corrosão em estruturas de pontes metálicas e em concreto armado**. Dissertação de Mestrado. UFF. 2007.

Lourenço, L.C. **Parâmetros de Avaliação de Patologias em Obras-de-Arte Especiais**. Programa de Pós-Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Niterói, RJ, 2009.

NEVILLE A. M. **Propriedades do Concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1997. 828p.

SANTOS, P; MORAIS, M; VARUM, H. Proposta de um método construtivo de pontes em arco. **1º Congresso de segurança e conservação de pontes ASCP**. Lisboa, 2009.

TEJEDOR, C.M. **Patologias, Recuperação e Reforço com Protensão Externa em Estruturas de Pontes**. Rio de Janeiro: 2013.

THOMAZ, E. **Lixiviação x Carbonatação**. Disponível em : <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/151/ipt-responde-lixiviacao-x-carbonatacao-285779-1.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

VASCONCELOS, A.C. **Pontes Brasileiras: viadutos e passarelas notáveis**. São Paulo: Pini, 1993.

VEIGA, C. **O problema da Falta de Manutenção**. Disponível em:



14º ENCONTRO
CIENTÍFICO CULTURAL
INTERINSTITUCIONAL

“EMPODERAMENTO DO INDIVÍDUO”



<<http://www.cimentoitambe.com.br/o-problema-da-falta-de-manutencao/>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

Vitório, A. **Fundamentos da Patologia das Estruturas nas Perícias de Engenharia**. Recife: 2003.

Vitório, J.A.P. Vistorias, Conservação e Gestão de Pontes e Viadutos de Concreto. **Congresso Brasileiro de Concreto**. Recife, 2006