

INSPEÇÕES EM PONTES DE CONCRETO ARMADO – UM ESTUDO DE CASO NA PONTE SOBRE O RIO SANTA HELENA - MT 206

INSPECTIONS ON REINFORCED CONCRETE BRIDGES - A CASE STUDY ON THE BRIDGE OVER THE SANTA HELENA RIVER - MT 206

SILVA, Robson Alberton da¹

OLIVEIRA, Marcos Silva²

JUNIOR, Adilson Corte Souza³

RODRIGUES, Lucas Albuquerque⁴

Recebido: dez. 2020; Aceito: 08 mar. 2021.

Resumo: Devido aos elevados índices de ocorrência das patologias em pontes e viadutos de concreto armado, sejam eles por falta de manutenção ou erro de execução, o estudo de tais problemas nas estruturas se intensificou. Identificam-se como pontes, as estruturas que possibilitam a interligação entre dois pontos separados por braços de mar, lagos, rios ou outrasbarreiras de água, sendo constituídos esses, basicamente, por concreto armado. Desde a descoberta do uso de concreto junto ao aço, sua aplicação disseminou-se, sem que fosse percebida a necessidade de alguns cuidados durante a construção e da necessidade de manutenção preventiva, já que o concreto é um material que se torna instável com o passar do tempo, podendo ter suas propriedades físicas e químicas alteradas dependendo das características dos seus componentes e como eles reagem às condições do meio ambiente onde estão inseridos, ocasionando assim deteriorações nas estruturas. Dessa maneira, existem vários fatores podem causar tais problemas em estruturas, podendo, em alguns casos, até desencadear a ruína da mesma. Nesse contexto, esse estudo teve por objetivo a realização de um estudo de caso, com uma inspeção na ponte sobre o rio Santa Helena localizada na MT-206 que liga as cidades de Alta Floresta-MT, a Paranaíta-MT. Esta, primeiramente, foi identificada a sua classificação de acordo com alguns critérios, para que em seguida, obedecendo aos requisitos estabelecidos na norma DNIT 010/2004 – PRO, ocorresse a execução dessa inspeção, que possibilitou a identificação das patologias presentes. A conclusão obtida foi a importância da realização de inspeções e manutenção periódica em tais estruturas, de modo a evitar a ocorrência de problemas graves, que podem desencadear até mesmo, a ruína das estruturas.

Palavras-chave: Pontes. Patologias. Inspeção. Norma DNIT.

Abstract: due to the high occurrence rates of pathologies in bridges and reinforced concrete viaducts, the idea of starting this study arose. Bridges are identified as the structures that allow the interconnection between two points separated by sea arms, lakes, rivers or other water barriers, and in case of dryness, it is called a viaduct, by reinforced concrete. Since the discovery of the use of concrete next to steel, its application has spread, without realizing the need for some care during construction and the need for preventive maintenance, since concrete is a material that becomes

¹ Estudante do curso Bacharelado em Engenharia Civil pela Faculdade de Direito de Alta Floresta (FADAF).

² Docente no curso de Engenharia Civil pela Faculdade de Direito de Alta Floresta (FADAF) e Responsável Técnico no Departamento de Engenharia da Prefeitura de Carlinda. E-mail: grauedifica@hotmail.com

³ Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pelotas – UFPEL (2017), Especialista em MBA em Gestão de Projetos pela Universidade Anhanguera – UNIDERP (2018).

⁴ Engenheiro Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa - UNIPÊ (2018); Especialista MBA em Engenharia de Edifícios até 4 Pavimentos pelo Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN (2019); Especialista em Engenharia de Estruturas - UNYLEYA (2020).

unstable with passing. may have their physical and chemical properties changed depending on the characteristics of their components, and how they react to the environmental conditions in which they are inserted, thus causing deterioration in the structures. Thus, there are several factors that can cause such problems in structures, which may in some cases even trigger its ruin. In this context, this study aims to conduct a case study, with an inspection of the bridge over the Santa Helena River located in MT-206 that connects the cities of Alta Floresta-MT, Paranaita-MT. In this, first, its classification was identified according to some criteria, so that, following the requirements established in the standard DNIT 010/2004 -PRO, this inspection was performed, which enabled the identification of the present pathologies. The conclusion was that there should be periodic inspection and maintenance of such structures, so that the occurrence of serious problems, which can even trigger their ruin, should be avoided.

Keywords: Bridges. Pathologies. Inspection. DNIT standard.

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos remotos, a população busca formas de encontrar facilidades na área da construção de estruturas, habitacionais como casas, até de infraestruturas que facilitem a sua locomoção, como pontes e viadutos. São determinadas pontes as estruturas que possuem a finalidade de facilitar o deslocamento, interligando pontos que são separados por obstáculos como rios, lagos, braços de mar, entre outros (SARTORTI, 2008).

Com o surgimento do concreto armado ganhou-se muitas vantagens em relação as demais técnicas e materiais utilizados mais remotamente. Entretanto, também apareceram as manifestações patológicas que podem ser causadas por diversos motivos, como a falta de manutenção, mão de obra desqualificada, falta de conhecimento, entre outros (TRINDADE, 2015).

Diversas são as patologias que podem se desenvolver nas estruturas, e segundo Tejedor (2013), o uso contínuo combinado a fatores climáticos, movimentos de adaptação e sísmicos são motivos para a ocorrências patológicas com o passar do tempo, necessitando assim, de manutenção periódica programada com a finalidade de garantir a função desejada. Há algum tempo atrás, acreditava-se que estruturas de concreto possuíam durabilidade por tempo indeterminado, porém, agora se sabe que é preciso um programa de manutenção e prevenção, para evitar futuras patologias.

Assim, esse estudo objetivou um estudo de caso na ponte sobre o rio Santa Helena, na MT-206, que liga as cidades de Alta Floresta-MT a Paranaita-MT. Primeiramente, foi identificada a sua classificação de acordo com alguns critérios, para que em seguida, obedecendo aos requisitos estabelecidos na norma DNIT 010/2004 – PRO, execute-se uma inspeção que possibilite a identificação das patologias presentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONCEITUAÇÕES E CARACTERIZAÇÃO DO ASSUNTO

Para a implantação de pontes e viadutos é preciso verificar as condições climáticas, topográficas, o tráfego e a geologia do local. Consideram-se fatores como a funcionalidade, a segurança, a economia e a estética, ou seja, deve-se garantir o escoamento do tráfego resistindo aos esforços solicitantes levando em consideração uma escolha de materiais de baixo custo benefício com uma estrutura esbelta.

De acordo com Sartorti (2008), o crescimento nos casos de patologias estruturais tem levado a buscas por sistematização e desenvolvimento de conceituações técnicas. O acréscimo de conceitos pouco conhecidos anteriormente, demonstram uma nova visão em relação as estruturas, de que estas estão entrando na terceira idade, requerendo tratamento até o momento dispensado (SOUZA; RIPPER, 1998).

Define-se que a durabilidade do concreto é dada em função da resistência a ataques químicos, intempéries, abrasão, dentre outras causas que podem deteriorar a estrutura (DNIT, 2010). Segundo Souza e Ripper (1998), a durabilidade é definida como um parâmetro que relaciona a deterioração do concreto e dos sistemas estruturais a uma construção específica, de acordo com a forma que reagirá aos efeitos da agressividade ambiental, definindo assim a sua vida útil.

Neste estudo é importante definir também o conceito de vida útil de projeto, que pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 6118:2003 Projeto de estruturas de concreto - Procedimento é o período em que as características da estrutura mantêm-se atendendo os parâmetros de manutenção e uso estabelecidos pelo engenheiro e o projetista, incluindo as disposições e reparos necessários com o tempo, causados por danos acidentais.

Souza e Ripper (1998) definiram desempenho como o comportamento da estrutura em seu uso durante a vida útil e sempre que medido deverá mostrar o resultado das etapas de projeto, construção e manutenção. Contemporaneamente, as pontes de concreto armado possuem uma durabilidade desejada mínima de 100 anos.

Essas costumam se deteriorar por diversos motivos, como por exemplo estruturas subdimensionadas para cargas móveis que costumam variar para mais, projetos inefficientes, envelhecimento da estrutura, entre outros. A longevidade dessas pontes, de acordo com DNIT (2010), envolve etapas de projetar, construir e efetuar manutenção.

2.2 PATOLOGIAS EM PONTES DE CONCRETO ARMADO

Com a ascensão do concreto armado, vieram as patologias, causadas comumente pelo mau uso desse material, falta de cuidados e até emprego inadequado. Devido a aceleração na construção civil buscando-se obras cada vez maiores e em menores períodos, induziram muitas vezes a contratação de mão de obra sem qualificação para tal execução, o que pode ocasionar graves danos a qualidade sendo fator a manifestações patológicas (THOMAZ, 1989). Helene (1988) diz que tais danos podem desencadear incômodos aos usuários da obra, de pequenas infiltrações a falhas que podem causar colapsos na estrutura.

Cânovas (1988) afirma que em casos graves que chegam a ruína geralmente encontram-se diversos fatores combinados, que conduzem ao colapso estrutural. É comum serem encontrados erros em estruturas nas mais diversas etapas de construção, mas que não apresentam altos riscos, do mesmo modo que podem ser encontrados danos que interfiram na resistência mecânica e durabilidade da obra causados por pequenas falhas, que combinadas podem levar a consequências graves.

Gonçalves (2015) diz que as patologias podem ser definidas como qualquer manifestação que possa prejudicar o desempenho da estrutura durante a sua vida útil. Já para Souza e Ripper (1998), a patologia das estruturas é uma nova área da engenharia que estuda as origens, consequências, formas de manifestações, formas de sucederem as falhas e sistemas que deterioram as estruturas.

Infelizmente, existe uma falta de interesse na manutenção e prevenção por parte dos órgãos públicos responsáveis pelas obras, optando por dar atenção apenas ao processo de execução da

estrutura. Com a falta de políticas que visem a conservação da estrutura, os resultados podem acabar sendo muito graves, colocando em risco aos usuários por causa de possíveis acidentes estruturais.

Outro problema causado é com relação aos prejuízos financeiros e materiais, pois a falta de manutenção torna os futuros reparos mais caros e trabalhosos. A situação fica mais grave quando levadas em consideração as obras mais antigas que foram construídas para suportar veículos com cargas que já foram superadas pelos meios de transporte atuais (VITÓRIO, 2006).

2.2.1 Principais causas patológicas

Para Souza e Ripper (1998), os principais fatores que causam problemas nas estruturas podem ser separados em fatores intrínsecos e extrínsecos, e o processo físico de deterioração do concreto. Os fatores intrínsecos consistem em processos que prejudicam as estruturas que se iniciam em materiais e peças estruturais na execução e/ou utilização das obras, devido a erros dos envolvidos, características próprias ao material concreto e ações externas.

De acordo com Dnit (2010), os principais fatores incluem idade e a capacidade de resistência do concreto. Uma boa escolha dos materiais que vão compor a mistura do concreto permite se conseguir várias características de extrema importância, como a resistência mecânica. A Figura 1 a seguir apresenta os principais fatores intrínsecos prejudiciais às estruturas de concreto armado, por Souza e Ripper (1998):

Figura 1 - Fatores Intrínsecos

DEFICIÊNCIAS DE CONCRETAGEM	transporte lançamento juntas de concretagem adensamento cura
FALHAS HUMANAS DURANTE A CONSTRUÇÃO	INADEQUAÇÃO DE ESCORAMENTO E FÓRMAS má interpretação dos projetos insuficiência de armaduras mau posicionamento das armaduras cobrimento de concreto insuficiente dobramento inadequado das barras deficiência nas ancoragens
UTILIZAÇÃO INCORreta DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	fck inferior ao especificado aço diferente do especificado utilização inadequada de aditivos
FALHAS HUMANAS DURANTE A UTILIZAÇÃO (ausência de manutenção)	INEXISTÊNCIA DE CONTROLE DE QUALIDADE
CAUSAS PRÓPRIAS Á ESTRUTURA POROSA DO CONCRETO	reações internas ao concreto
CAUSAS QUÍMICAS	presença de cloreto elevação da temperatura do concreto
CAUSAS FÍSICAS	Variação da temperatura insolação vento água
CAUSAS BIOLÓGICAS	

Fonte: Souza e Ripper (1998).

Já os fatores extrínsecos ocorrem sem depender da estrutura, da composição dos materiais, e de erros de execução, ou seja, atacam a estrutura primeiramente externamente, seguindo para dentro, durante a construção e a vida útil. A Figura 2 a seguir demonstra os principais fatores extrínsecos que são prejudiciais as estruturas:

Figura 2 - Fatores Extrínsecos

FALHAS HUMANAS DURANTE O PROJETO	Má avaliação de cargas Inadequação ao ambiente Incorreção não relação Solo-Estrutura Incorreção na Consideração de juntas de dilatação
FALHAS HUMANAS DURANTE A UTILIZAÇÃO	Sobrecargas Exageradas Alteração das condições do terreno de fundação
AÇÕES MECÂNICAS	Choques de Veículos Recalque de Fundações Acidentes (Ações Imprevisíveis)
AÇÕES FÍSICAS	Variação de Temperatura Insolação Atuação de água
AÇÕES QUÍMICAS	
AÇÕES BIOLÓGICAS	

Fonte: Souza e Ripper (1998).

2.2.2 Processo físico de deterioração do concreto

A ação dos agentes intrínsecos e extrínsecos acaba causando os seguintes processos físicos de deterioração do concreto, conforme apresentado na Figura 3.

Fissuração	Deficiências de projeto Contração plástica Assentamento do concreto / Perda de aderência Movimentação de escoramentos e / ou fôrmas Corrosão das armaduras
Desagregação do concreto	
Desgaste do concreto	

Figura 3 - Processos físicos de deterioração do concreto

Fonte: Souza e Ripper (1998).

2.3 CLASSIFICAÇÃO DE PONTES

Existem várias maneiras de classificar pontes de acordo com diferentes autores. Vasconcelos (1993) afirma que “Ao engenheiro interessa a classificação pelo tipo estrutural, pelo modo de funcionamento da estrutura, pela maneira como os carregamentos são transferidos para os pilares e deles para a fundação”. Sendo assim, em meio a diversos critérios encontrados, foram escolhidos os seguintes que se adequam a ponte de concreto armado analisada neste estudo:

- Material da superestrutura: ao classificar o material, é importante ressaltar que cada um possui sua particularidade, de acordo com Debs e Takeya (2003), Pfeil (1985) e Vasconcelos (1993), os mais utilizados são: aço; alvenaria de pedras e tijolos; concreto armado, simples e protendido; madeira bruta, em peças laminado colado ou desdobradas; mistas(madeira/concreto e aço/concreto);
- Tráfego: em relação ao tráfego, Morsch Apud Leonhardt (1979), diz que as pontes são divididas em: aeroportuárias; aquedutos; ferroviárias; mistas; passarelas; e rodoviárias, sendo esse tipo que compreende a ponte objeto desse estudo;
- Altimetria: de acordo com Debs e Takeya (2003), as pontes podem ser convexas, côncavas, retas ou inclinadas;
- Planímetria: Pfeil (1985), associava o traçado em plantas de pontes ao traçado da via das interferências do local, classificando-as em: curvas, nas quais o eixo é curvo, retas, com eixos retos, podendo ser esconsas e ortogonais;
- Comprimento: segundo Pfeil (1985), o comprimento tem importância para denominações das pontes de acordo com seu porte, sendo elas: galerias e bueiros: entre 2 e 3 metros; pontilhões: 3 e 10 metros; Pontes: e acima de 10 metros consideram-se pontes. Dentro dessa classificação, existe outra subdivisão das pontes, que são: pontes de pequenos vãos: até 30 metros; pontes de médios vãos: entre 20 e 60 metros; pontes de grandes vãos: acima de 60 metros.
- Seção transversal: segundo Pfeil (1985), neste quesito as pontes dividem-se em: ponte de laje: compreende a maciça e a vazada; ponte de viga: em seção T e seção circular;
- Sistema estrutural da superestrutura: Para Debs e Takeya (2003), nesse critério, podem ser identificadas as pontes em vigas, em pórticos, arcos, pênsil e estaiada;
- Posição do tabuleiro: pode ser superior, intermediário ou inferior Para Debs e Takeya (2003);
- Tipo construtivo da superestrutura: pode ser in loco, ou seja, moldada no local em seu posicionamento final, sendo apoiada diretamente sobre os pilares; pré-moldada, sendo executados em local diferente ao seu definitivo, sendo posteriormente transportada aos pilares, e é mais usual no caso de concreto protendido; em balanços sucessivos, com execução progressiva partindo dos pilares já construídos; deslocamentos sucessivos.
- Mesoestrutura: essa compreende os pilares, os aparelhos de apoio e os encontros da estrutura.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A parte prática do presente trabalho foi elaborada com base nos procedimentos descritos na Norma Dnit 010/2004. Alguns destes não poderão ser seguidos tal como apresentados na norma por limitações do trabalho, como a ausência de equipamentos especiais, ausências dos projetos da estrutura, ausência de inspetores com no mínimo cinco anos de experiência em projeto e inspeção de pontes.

A norma Dnit 010/2004 fixa as condições exigíveis para a realização de inspeções em

pontes, viadutos pontilhões e bueiros de concreto estrutural e na apresentação dos resultados das referidas inspeções. No trabalho foram realizadas inspeções visuais na obra-de-arte especial do Rio Santa Helena da rodovia MT-206, no trecho localizado entre as cidades de Paranaíta e Alta-Floresta, ambas do estado de Mato Grosso (a Figura 4, apresenta o mapa rodoviário, localização da ponte referenciada pelo círculo amarelo).

Figura 4 – Localização Ponte de Concreto



Fonte: Mapa Rodoviário (2018).

Esta inspeção foi registrada com fotos analisando os elementos estruturais (pilares e vigas) e posteriormente uma avaliação, qualitativa da infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura como um todo.

Além disso, após os estudos foram relatados procedimentos de manutenções a serem executados na estrutura conforme Manual de Manutenção de Obras de Arte Especiais – OAEs apresenta, e custos de materiais e atividades de limpeza de acordo com Tabela Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO, Mato Grosso de Abril de 2019.

4 PESQUISA DE CAMPO

4.1 PLANEJAMENTO DAS INSPEÇÕES

Os requisitos mínimos para realizar, com segurança, uma inspeção confiável e completa são o planejamento e a programação adequada; estas duas atividades deverão abordar a inspeção, com objetivo de verificar a existência de patologias na Obra de Arte Especial (OAE) em questão, analisando seus elementos. Deve haver um dimensionamento da equipe, que nesse caso foram três pessoas.

Figura 5 – Ponte sobre rio Santa Helena



Fonte: Autor Próprio (2019).

Não haviam ainda, projetos ou relatórios de inspeções anteriores. O período do ano mais favorável para essa inspeção, foi o mês de setembro devido a estiagem. Os equipamentos e ferramentas utilizados foram a trena, régua, aparelho celular, lanterna de mão, lanterna de cabeça e o nível.

4.2 ANÁLISE DA SUPERESTRUTURA

4.2.1 Sistema de Sinalização

As sinalizações averiguadas são itens permanentes do local, sendo que na OAE, notou-se a ausência de placa identificação da estrutura no acesso sentido Paranaita, e carência de informações na placa existente no acesso Alta Floresta, indicando apenas o nome do rio sem informação de extensão. Sinalizações horizontais, como as tachas refletivas, também apresentam ineficiência, pois os componentes refletivos estão danificados e alguns obstruídos por pedaços de madeiras e vegetação. Outras sinalizações horizontais como faixas de delimitação de pista e passeio apresentam desgaste, conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6 - Placa de identificação/Sinalizações horizontais tachas e faixas



Fonte: Autor Próprio (2019).

4.2.1.1 Limpeza de Sinalização

A manutenção do tipo preventiva, com frequência anual, tendo por objetivo garantir o objetivo da sinalização, qual seja, a condução segura do tráfego (veicular ou de pedestre), permitindo sua visibilidade, a compreensão pelos usuários da OAE e a trafegabilidade em segurança. Assim, os trabalhos são:

- Proteger os pontos de coleta de água dos sistemas de drenagem, evitando tamponamentos;
- Remover detritos, material vegetativo e materiais estranhos, com ferramentas manuais ou mecânicas, evitando a danificação do elemento de sinalização, especialmente de concreto;
- Limpar todas as superfícies dos sinais com escova e sabão. Pode ser utilizada água ajato regulando a pressão para que ela não danifique o sinal ou elemento, especialmente tinta;
- Realinhar ou reparar os sinais e dispositivos que permitam que ela volte a funcionar adequadamente.

4.2.1.2 Recolocação de Sinalização

Essa é uma manutenção corretiva, tem por objetivo garantir a trafegabilidade em segurança, com informações adequadas e atualizadas, com a frequência sob demanda. Os trabalhos recomendados são:

- Aplicar pintura refletiva se necessário nos locais detalhados nas inspeções;
- Substituir os sinais e dispositivos danificados;
- Instalar elementos necessários de sinalização.

4.2.2 Tabuleiro

O tabuleiro apresenta boas condições para suportar o tráfego, protegendo elementos inferiores contra interpéries. Não apresenta desgaste mecânico ou deteriorização, sem desgaste adicional. Como ponto negativo do elemento, cita-se a sua limpeza, havendo sujeira acumulada como terra, detritos de madeira e vegetação, que podem obstruir o sistema de drenagem causando entupimento dos drenos, e impossibilitando a drenagem adequada. O crescimento de vegetação de pequeno porte, próximo a pista de passeio, bloqueia a passagem de pedestres, obrigando-os a invadir a pista de trânsito de veículos, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 – Situação encontrada no tabuleiro da OAE



Fonte: Autor Próprio (2019)

4.2.2.1 Limpeza das Superfícies Expostas do Tabuleiro e/ou da Superfície de Rolamento

Essa manutenção é do tipo programada, com o objetivo de garantir a limpeza do tabuleiro e a conservação da superfície de rolamento, para continuidade do tráfego e a segurança aos usuários, com frequência de a cada dois anos. Os trabalhos sugeridos são:

- Proteger os pontos de coleção da água dos sistemas de drenagem, para evitar tamponamentos;
- Retirar da área deste elemento colônias de insetos, morcegos ou ninhos de aves, que podem afetar a estrutura, segurança e comodidade dos usuários;
- Realizar a limpeza da parte dos sistemas de drenagem visíveis nos tabuleiros (sumidouros, caixas, etc.), o uso de equipamentos de vácuo pode ser considerado como alternativa, se necessário;
- Proteger as bordas da ponte para evitar contaminação de corpos de água com resíduos da lavagem ou danos em estruturas vizinhas;
- Limpar todas as superfícies expostas com água limpa a jato, regulando a pressão para que ela não danifique o concreto, o reboco, as tintas ou outros materiais.

4.2.3 Sistema de Drenagem

O sistema de drenagem da estrutura apresentou bom funcionamento, mesmo com o tabuleiro sujo no momento da análise. Dispositivos de drenos sem bloqueios e todas as pingadeiras em ótimo estado, sem escoamento livre pelas bordas, mantendo a estrutura inferior protegida. Além do mais, seu desenvolvimento altimétrico em rampa curvilínea ajudam consideravelmente, conforme Figura 8.

Figura 8 – Análise do sistema de drenagem



Fonte: Autor Próprio (2019)

4.2.3.1 Limpeza do Sistema de Drenagem

Essa manutenção é do tipo preventiva, com o objetivo de garantir o funcionamento do sistema de drenagem da ponte e a condução correta da água, procurando diminuir a afetação de elementos de super, meso ou infraestrutura e possíveis acidentes ocasionados por falta de atrito na superfície. Frequência indicada é de, no mínimo uma vez por ano. Os trabalhos indicados são:

- Em todos os elementos do sistema, proceder a retirada de materiais alheios, solo, vegetação, etc., mediante o emprego de ferramentas manuais. Dependendo da dificuldade poderão ser utilizados furadores e raspadores, sem que sejam danificadas as estruturas ou outros elementos;
- Empilhar o material coletado e retirar adequadamente do local da OAE.

Após a limpeza dos sistemas de drenagem, recomenda-se revisar as conexões das pingadeiras, caixas e desagues ao sistema de condução, e realizar os reparos necessários para evitar vazamentos, especialmente nas uniões.

4.2.4 Juntas de Dilatação

As juntas de dilatação manifestaram algumas irregularidades que podem afetar o desempenho da estrutura, limitando a capacidade de movimentação e expansão dos elementos do tabuleiro, e comprometendo o comportamento estrutural da ponte. Tratando-se de juntas classificadas como fechadas, são utilizados materiais elásticos no seu preenchimento para evitar

que detritos se infiltrarem entre elas e evitem a passagem de água para elementos inferiores. O material elástico está totalmente infuncional, ressecado e em muitos pontos já nem existem.

Desta forma a água da chuva está infiltrando e caindo sobre as travessas da estrutura, podendo causar problemas futuros no elemento. Além disso, com a ausência das vedações, que também exercem uma função de dar continuidade a pista, surgiu desgaste e deteriorização das bordas, causadas por impactos dos pneus dos carros, o que por sua vez, causa desconforto aos usuários e impacta na estrutura. As juntas podem ser observadas na Figura 9.

Figura 9 – Juntas de dilatação da OAE



Fonte: Autor Próprio (2019).

4.2.4.1 Limpeza de juntas do Tabuleiro

A manutenção é do tipo preventiva, objetivando garantir a funcionalidade, impermeabilidade e manter sua condição de projeto, com a frequência de, no mínimo uma vez por ano. Indicam-se os seguintes trabalhos:

- Limpar com jato de ar as juntas para retirar poeira, areia ou material estranho;
- Realizar limpeza manual, se precisar, para o retiro de materiais não eliminados com o jato de ar;
- Garantir durante o processo de limpeza do tabuleiro, que as juntas sejam limpas também, sem afetar sua conformação;
- Recolocar as selagens, segundo o tipo de junta.

4.2.4.2 Reparação/Substituição de Juntas

Essa é do tipo manutenção corretiva, objetivando prover adequada operação do sistema de juntas e segurança ao tráfego, mantendo a impermeabilidade da OAE, sendo a frequência de acordo com o resultado de inspeção rotineira ou especial. Indicam-se os seguintes trabalhos:

- A sede da junta deverá estar seca, isenta de produtos graxos, livres de elementos sólidos no seu interior;
- A abertura da junta deverá ser reparada se apresentar esborcimento;
- Remover o sistema de junta existente;
- Preparar os elementos da nova junta, elementos de nivelamento, perfuração, ancoragem;
- Ângulo de proteção, segundo o tipo de junta a ser instalada;
- Aplicar o concreto ou elastómeros e permitir a cura;
- Instalar o material selante dentro da junta;
- Atender os procedimentos específicos que sejam indicados, segundo o fabricante do elemento;
- Limpar a área do reparo, retirando todo o material em excesso.

4.2.5 Elementos de Proteção e Faixas Especiais

A OAE possui apenas barreiras de concreto e faixa especial de passeio simples, suas barreiras são do tipo “new jersey”, localizadas nas extremidades laterais do tabuleiro, ao longo de toda extensão da ponte. Tem por função evitar a queda de veículos, porém, pedestres que por ali transitam, ficam desprotegidos. Os elementos de proteção apresentam bom estado, sem armaduras expostas, fissuras ou alguma imperfeição no concreto, conforme Figura 10.

Figura 10 – Elementos de proteção e faixas especiais da OAE



Fonte: Autor Próprio (2019).

4.2.5.1 Limpeza e manutenção de elementos de proteção

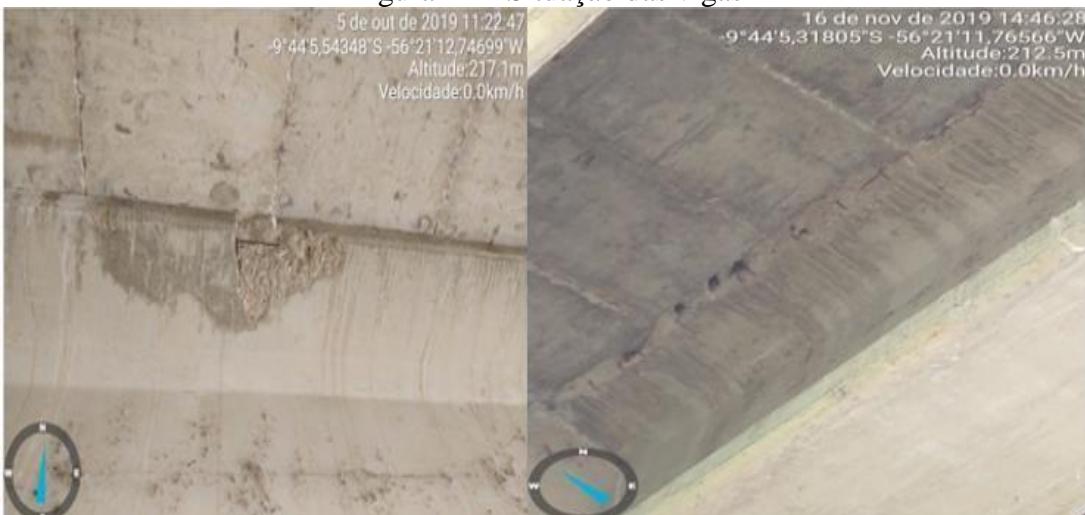
Indica-se a manutenção programada, objetivando garantir a limpeza dos elementos de proteção: barreiras de concreto, defesas metálicas, guarda corpos e guarda rodas, para proteção do tráfego veicular e de pedestres, a cada dois anos. Os trabalhos indicados são:

- Manter ou garantir a rugosidade nas calçadas de pedestres;
- Para as faixas especiais realizar os trabalhos necessários de sinalização horizontal.

4.2.6 Vigas

A OAE em estudo é constituída por dezoito vigas em formato “I”, de concreto armado pré-moldadas, que em sua maioria apresentam ótimo estado de conservação, esbeltez e sem sinais de infiltrações. Algumas delas apresentam perca de concreto na parte superior, onde se apoiam as lajes, deixando armaduras expostas, conforme expõe a Figura 11.

Figura 11 – Situação das vigas



Fonte: Autor Próprio (2019).

4.2.6.1 Limpeza e restauração de Concreto atacado pela Corrosão

Essa é uma manutenção corretiva, que objetiva restaurar a integridade estrutural de elementos de concreto, garantir o retiro do material contaminado e evitar que o dano progrida. A frequência é sob demanda, e indicam-se os trabalhos seguintes:

- Definir a área a ser tratada, delimitando um contorno geométrico linear da área a ser recuperada, segundo indicações da inspeção;
- Remover todo o concreto contaminado ao redor da armadura com corrosão, utilizando jateamento abrasivo (granilha de aço, óxido de alumínio, microesferas de vidro, hidrojateamento a ultra pressão, etc.) ou ferramentas adequadas (martelos mecânicos, ponteiros, etc.) para não induzir microfissuras no concreto e para não prejudicar ainda mais a armadura ou sua aderência ao concreto;
- Deverá ser realizado o retiro de todo material ao longo das laterais das barras da armadura corroída, garantindo que a sua extensão não se encontre imersa no concreto contaminado, o que poderia ocasionar um processo de corrosão ainda mais rápido e agressivo;
- Garantir na remoção, um espaço livre do concreto situado ao redor das barras expostas de no mínimo 2cm, visando garantir o acesso para limpeza das barras da armadura, assim como, permitir um adequado comprimento de ancoragem;
- Limpar cuidadosamente as barras corroídas, com escova de aço para pequenas áreas ou jateamento abrasivo para grandes áreas;
- Examinar cuidadosamente as barras corroídas e já limpas, para avaliação da perda da sua capacidade resistente; se a perda for superior a 10%, as barras devem ser suplementadas. Para realização de emendas nas armaduras, estas poderão ser realizadas por traspasse; por luvas com preenchimento metálico, rosqueadas ou prensadas, ou por solda. Outros tipos de emendas deverão ser justificados e aprovados por Engenheiro Especialista;
- Após a remoção de todos os detritos, a armadura tratada e a suplementar, se esta for necessária, devem ser pintadas com tinta especial anti-ferruginosa;
- O concreto de reforço deverá apresentar resistência característica superior ao concreto do substrato em no mínimo 5 MPa, porém, não deve ser 20% superior à do concreto existente;
- Garantir a cura mínima de sete dias, por médio de processos convencionais ou com adição

de produtos químicos, se necessário.

4.3 ANÁLISE MESOESTRUTURA

4.3.1 Apoios

Responsáveis por transmitir as ações entre a superestrutura e a mesoestrutura, os apoios na OAE são do tipo elastoméricos, com um desempenho elástico na vertical e acomodando movimentos horizontais, comprimindo suas camadas. Os apoios estão em boas condições, sem deformações e apoiando totalmente a viga sem deslocamentos excessivos.

4.3.2 Travessas

As travessas são apoios intermediários, localizados nos topes dos pilares, com a função de apoiar as vigas, e nessa OAE, ficam bem abaixo das juntas de dilatação da superestrutura. São duas travessas de dimensões similares, apresentando bom estado de conservação, porém, devido as juntas de dilatação estarem sem material de vedação, a água da pista cai diretamente sobre ela, onde o elemento já demonstra escurecimento do concreto e mofo, que pode futuramente trazer problemas, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 12 – Situação das travessas



Fonte: Autor Próprio (2019).

4.3.3 Pilares

A OAE é composta por quatro pilares de concreto de diâmetros similares. Nos dois pilares sentido Alta Floresta da ponte, não foi verificada nenhuma patologia, enquanto os dois pilares sentido Paranaíta, apresentam problemas, com armaduras expostas já com sinais de corrosão. O grande problema é que são patologias próximas ao solo na base do pilar, onde devido as chuvas após a primeira visita, com o aumento do nível do rio, já ficaram abaixo da água. As armaduras durante esse período estarão ainda mais vulneráveis podendo agravar a situação para manutenção, conforme pode ser verificado na Figura 13.

Figura 13 – Situação dos pilares



Fonte: Autor Próprio (2019).

Nesse caso, indica-se a manutenção corretiva, com o objetivo de restaurar a integridade estrutural de elementos de concreto, garantir o retiro do material contaminado e evitar que o dano progride. A frequência é sob demanda, e indicam-se os mesmos procedimentos dos pilares, conforme indicados no item 3.2.6.1.

4.3.4 Encontros

Os encontros apresentaram uma boa transição entre as superfícies da OAE com a rodovia. Na parte superior na fenda, foi identificada uma pequena deterioração do concreto, onde facilmente pode estar infiltrando a água, causando aparecimento de lodo nos elementos inferiores, conforme Figura 14.

Figura 14 – Situação dos encontros



Fonte: Autor Próprio (2019).

4.4 INFRAESTRUTURA

Não foi possível avaliar ou classificar os elementos de fundação. Foi solicitado o projeto da ponte em estudo na Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística SINFRA do estado de Mato Grosso, porém, não foi encontrado nenhum arquivo digital da estrutura. Os responsáveis também averiguaram os arquivos físicos, e não localizaram.

4.5 CUSTOS DOS MATERIAIS E SERVIÇOS PARA MANUTENÇÃO

Após a análise na OAE e identificado suas patologias e situações que podem de alguma forma impedir ou prejudicar o desempenho da ponte e sua vida útil, podemos relacionar materiais e serviços com seus respectivos custos para manutenção de acordo com a Tabela Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO, referente a região de Mato Grosso encontrado no arquivo Relatório Sintético de Composições de Custos MT-04-2019 disponível no site DNIT, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela materiais e serviços

Código	Descrição	Unidade	Qtd	Preço Unit	Total
0307733	Junta em perfil extrudado de borracha vulcanizada de 20x40 mm – fornecimento e instalação	m	36	351,50	12.654,00
5213395	Tacha refletiva metálica com dois pinos - bidirecional - fornecimento e colocação	uni	20	46,38	927,60
4915672	Limpeza de ponte	m	80	3,31	264,80
4915686	Limpeza e desobstrução de dispositivo de drenagem em OAE	uni	40	3,31	132,40
1600413	Limpeza manual do terreno – capina, raspagem e limpeza	m ²	50	5,36	268,00
3806406	Limpeza em junta de dilatação	m	36	4,62	166,32
4915639	Limpeza em superfície de concreto com escova de aço	m ²	160	3,31	529,60
1107900	Concreto fck=30 Mpa – confeccionado em betoneira e lançamento manual	m ³	1	396,62	396,62
				Total	15.339,34

Fonte: Autor Próprio

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após realizados os procedimentos de avaliação e inspeção do presente estudo, atendendo ao que determina a Norma DNIT 010/2004, tornou-se compreensível a importância e exigência que a mesma carrega consigo, em relação ao conhecimento que o engenheiro civil responsável pela avaliação, precisa ter.

Em alguns momentos, quando identificadas patologias na OAE, em caso de ser uma inspeção válida, surgiam dúvidas sobre quais medidas deveriam ser tomadas, se uma manutenção apenas para reparação ou urgentes, considerando-se um problema que poderia trazer riscos aos usuários ou

comprometer o desempenho da obra.

Em relação a ponte em estudo, de maneira global, apresenta um bom estado de conservação, com ótimo sistema de drenagem e poucas patologias a serem tratadas, o que é muito importante, considerando-se que essa estrutura é referência de divisa dos municípios de Alta Floresta-MT e Paranaíta-MT, sendo uma rodovia fundamental para transporte de grãos, bovinos, mercadorias para o comércio, combustível e ambulâncias, muitas vezes com pacientes em estado grave, que necessitam de cuidados urgentes na cidade de Alta Floresta-MT.

Em caso de ponte enfoque desse estudo, fosse encontrada com péssimo estado de conservação, ou até mesmo interditada, acarretaria sérios problemas, pois a outra alternativa seria utilizar a MT-208, aumentando em 30km de distância o percurso, com boa parte da estrada sem pavimentação, gerando transtornos aos seus usuários.

Assim, pode-se concluir com esse estudo, que as pontes precisam ser periodicamente analisadas, conforme a necessidade de cada caso, de modo a impossibilitar que as patologias, que em sua maioria, começam de maneira simples, tornem-se um grave problema, comprometendo a estrutura e a segurança dos usuários, o que, por sua vez, requer engenheiros capacitados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

CÁNOVAS, M. F. Patologia e terapia do concreto armado. 1. ed. Tradução de M. C. Marcondes; C. W. F. dos Santos; B. Cannabrava. São Paulo: Pini, 1988.

DEBS, M. K.; TAKEYA, T. Pontes de concreto. 2003. Notas de aula. Universidade de São Paulo - USP, São Carlos.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - Procedimento. NORMA DNIT 010/2004 - PRO. Rio de Janeiro, 2004.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola Politécnica, Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879>>. Acesso em: 9 ago. 2019.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. Corrosão em armaduras para concreto armado. São Paulo: Pini, 1988.

LEONHARDT, F. Construções de concreto. v. 6. Rio de Janeiro: Interciência, 1979.

MARCHETTI, O. Pontes de concreto armado. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.

PFEIL, W. Pontes em concreto armado v. 1 e v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 1985.

SARTORTI, Artur Lenz. **Identificação de patologias em pontes de vias urbanas e rurais no município de Campinas-SP.** Dissertação (Pós-Graduação) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, 2008.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo, 1998. Disponível em:<
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAGl4kAA/patologia-recuperacao-reforco-estruturas-concreto-1>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

TEJEDOR, Cristina Mayán. **Patologias, recuperação e reforço com protensão externa em estruturas de pontes.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios.** 1. ed. São Paulo: Pini, 1989.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia em estruturas de concreto armado.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

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

VITÓRIO, José Afonso Pereira. Vistorias, conservação e gestão de pontes e viadutos de concreto. **Anais do 48º Congresso Brasileiro do Concreto,** 2006.