

Patrick de Sousa Rodrigues

**ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO DE
PONTES LOCALIZADAS NA CIDADE DE PALMAS – TO**

Palmas – TO

2020

Patrick de Sousa Rodrigues

ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO DE
PONTES LOCALIZADAS NA CIDADE DE PALMAS – TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me Daniel Iglesias de Carvalho.

Palmas – TO

2020

Patrick de Sousa Rodrigues

ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO DE
PONTES LOCALIZADAS NA CIDADE DE PALMAS – TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.e Daniel Iglesias de Carvalho.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.e Daniel Iglesias de Carvalho

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Dr. Roldão Pimentel de Araújo Junior

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. M.e Denis Cardoso Parente

Avaliador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2020

Dedico este trabalho aos meus pais, por serem
a minha maior fonte de apoio e motivação.

"Pedras no caminho? Eu guardo todas. Um dia vou construir um castelo."

(Nemo Nox)

RESUMO

RODRIGUES, Patrick de Sousa. **ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO DE PONTES LOCALIZADAS NA CIDADE DE PALMAS – TO. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, CEULP/ULBRA, Palmas, 2020.**

O presente trabalho apresenta uma análise das juntas de dilatação das pontes localizadas na cidade de Palmas. Essa análise foi totalmente visual e superficial, mas pôde-se observar que todas as juntas analisadas precisam de manutenção, umas em maior grau que outras. A nota atribuída a cada junta foi de acordo com a NBR 9452:2019, onde foi verificado se os danos nas juntas podem comprometer a estrutura em um todo.

A ponte em que se observaram juntas mais danificadas foi a Fernando Henrique Cardoso, na TO-080 ao final da avenida Juscelino Kubitschek, que apesar de ser apenas dois anos mais velha que a ponte sobre o Ribeirão Taquaruçu Grande, sendo uma inaugurada no ano 2002 e outra em 2004 respectivamente, apresentou necessidade de manutenção corretiva. Ambas as pontes precisam de limpeza na região das juntas, pois a obstrução é um ponto comum em todas elas.

As juntas da FHC possuem muitos destacamentos no berço de apoio, necessitando refazer algumas juntas inteiras pois não há mais berço de apoio ou perdeu-se grande parte da seção. E as fitas de Neoprene estão danificadas ou rompidas, sendo necessário trocá-las, pois o objetivo da fita é garantir o fechamento da junta, e atualmente não está sendo feito. As juntas da ponte sobre o Ribeirão Taquaruçu Grande possuem algumas fissuras e poucos destacamentos, mostrando-se de mais fácil recuperação.

ABSTRACT

RODRIGUES, Patrick de Sousa. **ANALYSIS OF THE CONSERVATION STATE OF BRIDGES EXPANSION JOINTS LOCATED IN THE CITY OF PALMAS - TO. 81 f.** TCC (University Graduate) – Civil Engineering Course, CEULP/ULBRA, Palmas, 2020.

The present work presents an analysis of the expansion joints of the bridges located in the city of Palmas. This analysis was totally visual and superficial, but it was observed that all the joints analyzed need maintenance, some to a greater degree than others. The grade assigned to each joint was in accordance with NBR 9452: 2019, where it was verified whether the joint damage could compromise the structure as a whole.

The bridge on which the most damaged joints were observed was Fernando Henrique Cardoso, at TO-080 at the end of Avenida Juscelino Kubitscheck, which despite being only two years older than the bridge over Ribeirão Taquaruçu Grande, one of which was inaugurated in 2002 and another in 2004, respectively, showed a need for corrective maintenance. Both bridges need cleaning in the joint region, as the obstruction is a common point in all of them.

FHC joints have many detachments in the support cradle, needing to redo some entire joints because there is no more support cradle or much of the section has been lost. And the Neoprene tapes are damaged or broken, needing to be replaced, since the purpose of the tape is to guarantee the closure of the joint, and currently it is not being done. The joints of the bridge over Ribeirão Taquaruçu Grande have some cracks and few detachments, showing to be easier to recover.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Elementos componentes de uma ponte
- Figura 2 – Junta aberta
- Figura 3 – Junta fechada
- Figura 4 – Junta de compressão
- Figura 5 – Junta deslizante
- Figura 6 – Junta dentada
- Figura 7 – Manifestações patológicas em juntas de dilatação
- Figura 8 – Corrosão causa armadura exposta em pilar
- Figura 9 – Representação de uma pilha de corrosão na armadura
- Figura 10 – Fissura de tração nos encontros
- Figura 11 – Pilar com desagregação e corrosão acentuada
- Figura 12 – Formação de estalactites
- Figura 13 – Abrasão na pista de rolamento
- Figura 14 – Nicho de concretagem
- Figura 15 – Falha do sistema de drenagem
- Figura 16 – Ponte Fernando Henrique Cardoso
- Figura 17 – Ponte Sobre Ribeirão Taquaruçu Grande
- Figura 18 – Junta JEENE
- Figura 19 – Perfis e movimentações máximas de juntas JEENE (mm)
- Figura 20 – Junta de Elastômero Armado Composta
- Figura 21 – Primeira junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 22 – Segunda junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 23 – Terceira junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 24 – Quarta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 25 – Quinta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 26 – Sexta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 27 – Sétima junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 28 – Oitava junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 29 – Nona junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 30 – Décima junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
- Figura 31 – Décima primeira junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas

Figura 32 – Décima segunda junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
Figura 33 – Décima terceira junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
Figura 34 – Décima quarta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas
Figura 35 – Décima quinta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
Figura 36 – Décima sexta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
Figura 37 – Décima sétima junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
Figura 38 – Décima oitava junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
Figura 39 – Décima nona junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
Figura 40 – Vigésima junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues - Palmas
Figura 41 – Primeira junta
Figura 42 – Área de pedestre da junta 2, sentido Norte-Sul
Figura 43 – Sistema de drenagem na junta 2, sentido Norte-Sul
Figura 44 – Junta na área de pedestre, sentido Norte-Sul
Figura 45 – Junta no guarda roda, sentido Norte-Sul
Figura 46 – Pista de tráfego próximo ao guarda rodas, sentido Norte-Sul
Figura 47 – Segunda faixa de tráfego, sentido Norte-Sul
Figura 48 – Faixas centrais da junta de dilatação
Figura 49 – Centro da segunda junta de dilatação
Figura 50 – Pista de tráfego próximo ao guarda rodas, sentido Sul-Norte
Figura 51 – Segunda faixa de tráfego, sentido Sul-Norte
Figura 52 – Junta de dilatação do guarda rodas, sentido Sul-Norte
Figura 53 – Área de pedestre, sentido Sul-Norte
Figura 54 – Drenagem da área de pedestre, sentido Sul-Norte
Figura 55 – Área de pedestre, sentido Sul-Norte
Figura 56 – Segunda faixa da terceira junta de dilatação, sentido Norte-Sul
Figura 57 – Faixa central, sentido Sul-Norte
Figura 58 – Segunda faixa, sentido Sul-Norte
Figura 59 – Áreas de pedestre

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nota de classificação da OAE segundo parâmetros estruturais previstos na Seção 5 da norma

Tabela 2 – Classificação segundo parâmetros funcionais

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPE	Associação Brasileira de Pontes e Estruturas
AGETO	Agência Tocantinense de Transportes e Obras
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
DER/SP	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FHC	Fernando Henrique Cardoso
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
JEENE	Junta Elástica Expansível Nucleada Estrutural
OAEs	Obras de Arte Especiais
NBR	Norma Brasileira
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 PONTES E VIADUTOS	14
2.2 DEFINIÇÃO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO	15
2.3 TIPOS DE JUNTA	18
2.3.1 Juntas Abertas	18
2.3.2 Juntas Fechadas	18
2.3.3 Juntas de Compressão	19
2.3.4 Junta Deslizante	20
2.3.5 Junta Dentada	20
2.4 PATOLOGIAS EM OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	22
2.5 TIPOS DE PATOLOGIA	23
2.5.1 Corrosão	23
2.5.2 Fissuras	25
2.5.3 Desagregação	26
2.5.4 Lixiviação	27
2.5.5 Abrasão	27
2.5.6 Nichos de Concretagem	29
2.5.7 Falhas nas Instalações de Drenagem	30
2.6 TIPOS DE PATOLOGIA EM JUNTAS DE DILATAÇÃO	31
3 METODOLOGIA	33
3.1 FORMATO DO ESTUDO	33
3.2 REALIZAÇÃO DA PESQUISA	33
3.3 OBJETO DE ESTUDO	34
3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	35

3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS, ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO, PROCESSAMENTO, ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS DADOS.....	35
4 RESULTADOS	39
4.1 TIPOS DE JUNTAS E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	39
4.1.1 Junta Elástica Expansível Nucleada Estrutural – JEENE	39
4.1.2 Junta de Elastômero Armado Composta – MEPEL J-200.....	40
4.2 DIAGNÓSTICO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO.....	42
4.2.1 Ponte Fernando Henrique Cardoso	42
4.2.2 Ponte Sobre o Ribeirão Taquaruçu Grande	61
4.2.2.1 Primeira Junta.....	62
4.2.2.2 Segunda Junta.....	63
4.2.2.3 Terceira Junta	70
4.3 JUNTAS QUE PRECISAM DE INTERVENÇÃO IMEDIATA	73
5 CONCLUSÃO.....	74
REFERÊNCIAS	76

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Marchetti (2008), são denominadas pontes as obras destinadas à transposição de obstáculos que uma via de comunicação qualquer pode possuir. Esses obstáculos podem ser rios, braços de mar, vales profundos, outras vias, etc. Quando o obstáculo transposto for um rio denomina-se ponte, quando o obstáculo transposto for um vale ou outra via denomina-se viaduto.

Já não é nenhuma novidade falarmos de manifestações patológicas quando paramos para analisar Obras de Arte Especiais (OAEs), seja em qualquer lugar do território nacional. Visto que tais obras, na maioria dos casos (utilizando-se como referência nosso estado do Tocantins), são de responsabilidade governamental, seja ela federal, estadual ou municipal, o que resulta na grande demora por parte do poder público, quanto às manutenções.

Como toda e qualquer estrutura, seja de concreto armado ou concreto protendido, pontes e viadutos também necessitam de juntas de dilatação, pois são extremamente fundamentais para evitar fissurações resultantes da expansão do concreto e das movimentações constantes, tanto dinâmicas (decorrentes da passagem de veículos), quanto térmicas, se tornando assim, uma etapa de aplicação obrigatória.

Assim como em toda a estrutura, a junta de dilatação também está submetida às falhas operacionais, ao erro de projeto, ao contato com a natureza, dentre outras causas para a manifestação de patologias, necessitando portanto, de manutenções, sejam elas preventivas ou corretivas. Segundo Vitório (2006), ao realizar manutenções adequadas e periódicas que fazem parte de um processo de gestão mais amplo, admite a garantia de maior vida útil e de satisfatórios desempenhos estrutural e funcional, identificando, através de vistorias periódicas, as avarias existentes, diagnosticando-as e indicando as ações de recuperação.

Este trabalho tem como intenção estudar sobre juntas de dilatação, para que se possa diagnosticar o estado de conservação das duas maiores pontes de Palmas – TO, localizadas nas principais avenidas da cidade, sendo a “Fernando Henrique Cardoso” encontrada na TO-080 que se vincula ao final da avenida Juscelino Kubitschek e a “Ponte Sobre Ribeirão Taquaruçu Grande” situada ao final da avenida Teotônio Segurado.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Visto que as juntas de dilatação possuem uma função estrutural e estão presentes em diversas pontes com tráfego intenso, surge a problemática de que, qual seria a atual situação do estado de conservação dessas pontes localizadas nas principais avenidas da cidade?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o estado de conservação das juntas de dilatação presentes nas duas maiores pontes da cidade de Palmas – TO.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os tipos de juntas utilizadas em cada ponte, bem como suas características.
- Diagnosticar o estado de conservação de cada junta observada.
- Relacionar as juntas que precisam de intervenção imediata e organizar em ordem prioritária de manutenção.

1.3 JUSTIFICATIVA

Nota-se relevância neste estudo, visto que nele analisaremos as manifestações patológicas que vem ocorrendo nas juntas de dilatação das pontes de nossa cidade, viabilizando correções através de manutenção preventiva e/ou corretiva, que permitirá gastos excepcionalmente menores ao governo, por se tratar de obras públicas, e também deve-se considerar o conforto que gera à população em saber que está transitando em pontes devidamente fiscalizadas e reparadas, estruturalmente falando.

Importante lembrar também, das oportunidades de emprego geradas aos profissionais da área de engenharia civil, visto que são únicos competentes a realizar tal diagnóstico pós vistoria, e também recuperação da estrutura. E por mais que sejam por meio de concursos públicos, continuam sendo oportunidades.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PONTES E VIADUTOS

Denominam-se pontes e viadutos como Obras de Arte Especiais, por serem as verdadeiras obras de arte da construção civil, pelo fato de possuírem tamanha formosura, e de causarem impactante admiração, aos olhos daqueles que admiram a Engenharia. Mas não é somente a aparência que impressiona, é também a indiscutível utilidade que elas têm para a sociedade, de transpor rios e vales para que tenhamos mais acessos locomotivos.

Para Vitória (2015), as pontes sempre simbolizaram o que há de mais significativo para expressar a criatividade da engenharia, desde os tempos mais remotos quando as pessoas utilizavam troncos, cordas e pedras para viabilizar a transposição dos obstáculos naturais, até os tempos atuais quando obras desafiam a lei da gravidade pela grandiosidade dos vãos e a ousadia das formas.

Segundo Takeya (2007), ponte é uma construção destinada a estabelecer a continuidade de uma via de qualquer natureza. O obstáculo a ser transposto pode ser de natureza diversa, e em função dessa natureza são associadas as seguintes denominações:

- **Ponte** – quando o obstáculo é constituído de curso de água ou outra superfície líquida como por exemplo um lago ou braço de mar.
- **Viaduto** – quando o obstáculo é um vale ou uma via.

Mitre (2005), considera que:

Pontes e viadutos de concreto são estruturas fundamentais para que rodovias e ferrovias transponham obstáculos naturais ou artificiais, mantendo o fluxo contínuo de cargas e pessoas com menor trajeto. Tais estruturas estão sujeitas a processos de deterioração devido à exposição direta aos agentes agressivos do ambiente e às solicitações estruturais de distintas naturezas e magnitudes. Por tais razões, as obras-de-arte especiais (OAEs), como são conhecidas no meio técnico, perdem ao longo do tempo sua capacidade de atender aos requisitos de utilização, ou seja, segurança e adequação funcional, resistência e estabilidade estrutural e, por fim, durabilidade. Para manter as condições de uma OAE, são necessárias inspeções periódicas visando a identificar os processos de deterioração existentes e potenciais, preveni-los e corrigi-los em tempo hábil e de forma econômica.

A norma brasileira NBR 7188(2013) – apresenta as seguintes definições para pontes, viadutos e passarelas:

- Ponte: Estrutura sujeita a ação de carga em movimento, com posicionamento variável (chamada de carga móvel), utilizada para transpor um obstáculo natural (rio, córrego, vale, etc.).
- Viaduto: Estrutura para transpor um obstáculo artificial (avenida, rodovia, etc.).
- Passarela: Estrutura longilínea, destinada a transpor obstáculos naturais e/ou artificiais exclusivamente para pedestres e/ou ciclistas.

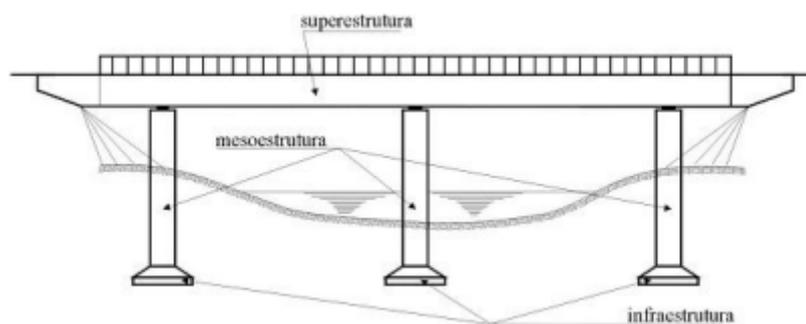
De acordo com Vitório (2015), as pontes em geral são compostas dos seguintes elementos:

- Superestrutura: vence o vão necessário a ser transposto pela ponte e recebe diretamente as cargas provenientes do tráfego dos veículos, transmitindo-as à mesoestrutura. É normalmente denominada de tabuleiro.

- Mesoestrutura: cuja função é conduzir as cargas da superestrutura para as fundações, é constituída pelos pilares, travessas e encontros.

- Infraestrutura: tem a finalidade de receber as cargas da estrutura, transmitindo-as para o solo. Pode ser direta (sapatas) ou profunda (estacas ou tubulões).

Figura 1 – Elementos componentes de uma ponte



Fonte: VITÓRIO, 2002.

2.2 DEFINIÇÃO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO

Conforme o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP (2006), as juntas são aberturas previstas nas estruturas, que tem por finalidade permitir movimentos de origem térmica, deformação lenta, retração, frenagem, movimentos mecânicos e outros. Portanto, a escolha da junta deve estar sempre condicionada à expectativa de abertura máxima e mínima da junta.

Para Siqueira (2020) diretor da Associação Brasileira de Pontes e Estruturas (ABPE), as juntas de dilatação são os elementos aplicados nos tabuleiros de pontes e viadutos com a finalidade principal de promover a vedação das fendas que permitem a movimentação das estruturas.

Segundo a Uniontech – Juntas de Dilatação (2020), estruturas como pontes e viadutos necessitam que todos os seus componentes correspondam ao grande esforço ao qual estarão sujeitas. Para isto, são aplicados métodos que aumentam a resistência e reduzem as patologias do concreto, como, por exemplo, fissuras e corrosões. Uma das melhores técnicas para atender a esses requisitos é utilização de juntas de dilatação em pontes e viadutos, que ajudam a reduzir o risco de transmissão de esforços, assim, evitando fissuras e rachaduras na estrutura.

Ramos (2017) afirma que juntas de dilatação em pontes e viadutos são elementos que foram concebidos para garantir movimentação entre duas estruturas contínuas, sem que haja transferência de esforços entre elas, de maneira a resistir os movimentos causados pela variação de temperatura, retração e fluência da estrutura, além de garantir a estanqueidade da superestrutura, promovendo desta maneira a segurança rodoviária, ferroviária.

Para Campos (2016), junta de dilatação é um dos elementos que compõem a superestrutura das pontes e viadutos rodoviários, esta apresenta espaço a ser ou não preenchido por material elástico, que possui a função de absorver os movimentos provocados por dilatações e retrações dos materiais envolventes. As juntas de dilatação são utilizadas para aliviar as tensões de tração do concreto e localizam-se em intervalos regulares, perpendicular ao eixo do pavimento.

Conforme Siqueira (2020), as juntas de dilatação são componentes construtivos essenciais para garantir a integridade e a durabilidade de pontes e viadutos. Essas estruturas estão constantemente submetidas a cargas móveis resultantes do tráfego de veículos, que fazem com que elas se movimentem. Por isso, é preciso que o projeto preveja fendas entre esses elementos estruturais a fim de evitar pontos de fadiga no tabuleiro e o surgimento de manifestações patológicas, como as fissuras.

A junta de dilatação é uma divisão entre duas peças de uma estrutura e serve para que essas partes tenham movimentação sem que tenham contato, ou seja, mantém a elasticidade da estrutura sem que seja danificada. As juntas de dilatação em pontes e viadutos, são os espaços confeccionados propositalmente para que as partes separadas por elas possam se movimentar, permitindo esforços como tração e compressão, comuns em qualquer obra civil, sem que a estrutura seja danificada. Elas desempenham um papel significativo, distinguindo-se devido à

dimensão de movimentos que podem ocorrer. Não por acaso, são imprescindíveis, já que elas são aplicadas em todas as obras feitas em concreto armado com mais de 30 metros de extensão (JUNTAS... 2020).

Conforme Campos (2016), deve-se considerar as diversas influências externas, que possam afetar o concreto e influir no desempenho de uma junta, como exemplo: a contração devido a cura, movimento devido a umidade, o movimento térmico, entre outros que devem ser analisadas no estudo das juntas de dilatação em pontes e viadutos para se estar realizando a melhor manutenção.

Juntas... (2020) considera que:

As juntas de dilatação em pontes e viadutos estão em permanente trabalho. Justamente por isso, os materiais utilizados na aplicação das juntas de dilatação precisam ser de grande competência. Geralmente, as juntas de dilatação em pontes e viadutos são produzidas em borrachas tipo neoprene, EPDM e nitrílica.

Esses materiais são responsáveis por suportar os movimentos decorrentes de retrações e dilatações habituais. Além do que, as juntas de dilatação em pontes e viadutos são responsáveis por absorver altas cargas de tráfego. Têm grande aderência ao concreto, metal e asfalto e, além disso, são capazes de absorver diferentes tipos de deformação, como a compressão, o recalque diferencial, a tração, o movimento combinado, a rotação e o cisalhamento.

Segundo Siqueira (2020), são duas as categorias de juntas de dilatação: as abertas e as totalmente estanques. A tipologia aberta tem seus lados em concreto armado e pode ou não contar com cantoneiras metálicas. Permitem a passagem da água da chuva e recebem o impacto dos pneus dos automóveis. Com isso, costumam apresentar vida útil menor. Já as fechadas podem ser preenchidas com diferentes materiais, como composto elástico ou elementos metálicos. Ao promover a vedação, a solução também contribui para evitar a passagem da água pluvial para o interior da estrutura das pontes e viadutos. As chuvas causam diferentes problemas ao concreto e as armaduras.

Conforme DNIT 092/2006, juntas de dilatação são intervalos abertos entre trechos de superestrutura, ou entre a superestrutura e os encontros, que permitem que a superestrutura se dilate ou se contraia com as variações de temperatura. Estes intervalos, exceto nas juntas abertas, são preenchidos por vários tipos de dispositivos, que serão identificados como juntas de dilatação.

Para cada tipo de estrutura, existem diferentes tipos de juntas de dilatação, que está sempre à critério do Engenheiro responsável pelo projeto, definir qual será instalada. Serão

citadas aqui, alguns dos tipos mais comuns de juntas de dilatação para pontes, viadutos e passarelas.

2.3 TIPOS DE JUNTA

Avila (2020) destaca alguns tipos de juntas:

2.3.1 Juntas Abertas

Uma junta de dilatação aberta é indicada para vãos de até 65 mm, especialmente em pontes para veículos. Com essa opção, o espaço entre uma peça e outra de concreto não possui preenchimento. Por isso, há a possibilidade de passagem de detritos e água da chuva entre os vãos. Esse espaço impede que as partes de concreto se choquem a cada passagem de um veículo, o que poderia provocar seu desgaste acelerado.

Figura 2 – Junta aberta



Fonte: editoradunas.com.br

2.3.2 Juntas Fechadas

Juntas fechadas são preenchidas por diferentes materiais, como a cortiça, compostos plásticos ou peças metálicas. Elas são principalmente utilizadas em pontes e viadutos. Seu objetivo é impedir a passagem de água da chuva para o interior das construções.

Figura 3 – Junta fechada



Fonte: uniontech.com.br

2.3.3 Juntas de Compressão

Muito utilizada em pontes, edifícios e túneis, a junta de compressão suporta movimentações de até 50 mm na horizontal e 3 mm na vertical. Ela é composta por uma tira de borracha, que é fixada nas extremidades da junta.

Figura 4 – Junta de compressão



Fonte: aecweb.com.br

2.3.4 Junta Deslizante

Neste tipo de junta, são suportadas movimentações de até 100 mm. A estrutura é composta por duas placas de metal, que deslizam uma sobre a outra. Cada uma das placas é presa a uma das extremidades da junta.

Figura 5 – Junta deslizante



Fonte: institutodeengenharia.org.br

2.3.5 Junta Dentada

A junta de dilatação dentada é indicada para estruturas de grande porte e com tráfego elevado, especialmente de veículos. Ela pode suportar movimentações de até 500 mm na horizontal e é composta por duas placas metálicas. Essas placas são fixas nas extremidades das juntas, e possuem saliências e reentrâncias intercaladas. Assim, com a movimentação da junta, as peças podem se encaixar.

Figura 6 – Junta dentada



Fonte: Ingolfson on Jun 5, 2009.

A inserção de juntas numa estrutura tem aspectos negativos, podendo estes tomar grande importância. Como desvantagens essenciais podem destacar-se a perda parcial de estanqueidade que deve ser compensada com a utilização de vedantes (por exemplo); os custos de inspeção e manutenção das juntas; a redução de rigidez da estrutura; a possibilidade de choque entre estruturas muito próximas (PACHECO, 2002).

Essas movimentações são naturais da própria estrutura, mas, quando não há o devido tratamento, problemas graves podem ocorrer. As juntas de dilatação em pontes e viadutos também prestam serviço como vedação contra a passagem de líquidos (água, óleo, combustível) que podem potencializar problemas do concreto.

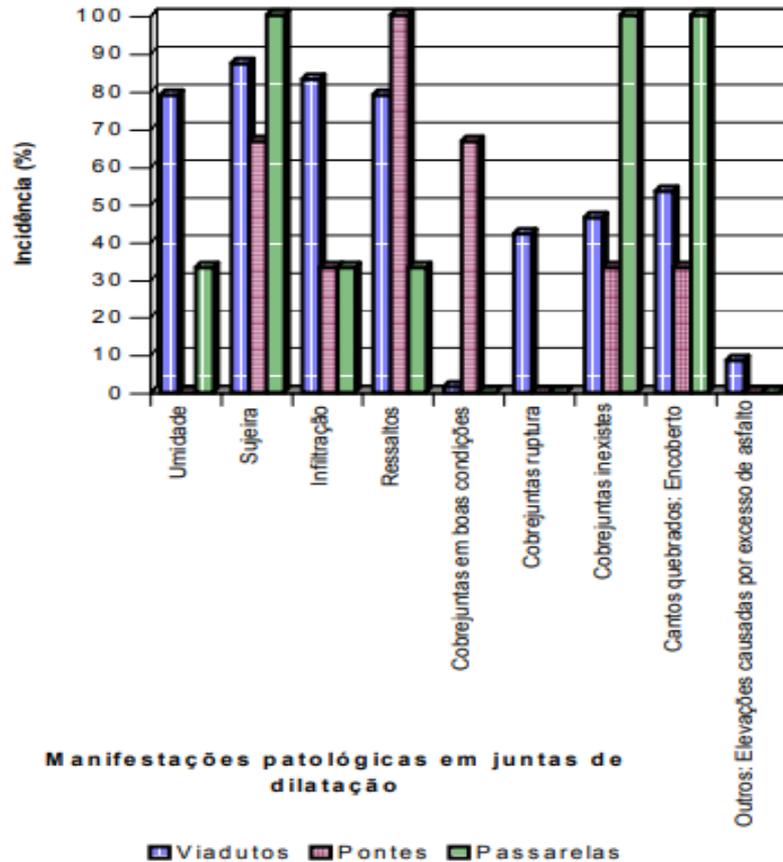
Conforme Silva *et al.* (2018), as manifestações patológicas em juntas de dilatação podem ocorrer antes mesmo do início do tráfego na via, isso se dá pela má aplicação do material e até mesmo produtos de qualidade inferior ao exigido.

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2006), não deve haver acúmulos de detritos, vazamentos e/ou ruídos durante o tráfego de veículos na inspeção final. Reitera-se ainda que é impraticável a substituição total de uma junta de dilatação, entretanto, é possível realizar a substituição de módulos e componentes mais vulneráveis.

Para Silva *et al.* (2018), as juntas de dilatação têm o meio como seu maior agente agressivo. Com o decorrer do tempo, tráfego de veículos e intempéries, as juntas poliméricas vão sofrendo desgaste, ressecamento e ruptura, sendo necessário à sua substituição. Em contrapartida, as metálicas podem empenar, ter seus parafusos soltos e sofrer oxidação.

Constata Laner (2001), que a construção de juntas de dilatação é uma forma preventiva de evitar fissuras, principalmente por movimentação térmica e retração hidráulica. São aberturas criadas em peças de concreto com grandes dimensões ou volume (concreto massa). As aberturas insuficientes das juntas de dilatação provocam a desagregação das superfícies de concreto laterais das juntas e geram tensões tangenciais não previstas.

Figura 7 – Manifestações patológicas em juntas de dilatação



Fonte: Felice Laner, 2001.

2.4 PATOLOGIAS EM OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

Apesar da grande importância social e econômica que as OAEs tem, e também por serem o único meio de ligação entre dois pontos, dando continuidade à sistemas ferroviários e rodoviários, a falta de manutenção ocasiona a aparição de manifestações patológicas, que interferem na vida útil das estruturas, comprometendo assim, a segurança da população que faz uso desses meios todos os dias (BASTOS, *et al.* 2017).

Segundo Vasconcelos (2018), as chamadas patologias na construção civil são justamente similares à definição utilizada na área da saúde, indicando estudo de corpos com sua funcionalidade comprometida; quando se fala sobre as formas de manifestação dessas “doenças”, utilizamos o termo manifestações patológicas.

As pontes e viadutos podem ter sua condição afetada por vários fatores, atuando de maneira combinada ou até mesmo isoladamente. Um julgamento de confiança sobre as causas e defeitos é fundamental para avaliar a condição de uma estrutura, o tempo de serviço que ainda

resta, a capacidade de carga que a mesma ainda pode suportar, utilidade e funcionalidade, bem como para a determinação de reparos necessários (GIOVANNETTI, 2014).

De acordo com Sartorti (2008), as falhas na pista de rolamento são as que mais afetam a segurança do tráfego de veículos e interferem o fluxo. As principais falhas encontradas nas pistas em pontes e viadutos são: falta de declividade para escoamento da água, irregularidades na pavimentação, falhas nas juntas do tabuleiro, desnível do tabuleiro e efeitos de erosão.

Conforme o Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR 744 (2010), nem sempre há uma linha divisória definida entre as causas de patologias do concreto: a corrosão das armaduras, por exemplo, fenômeno eletroquímico, pode provocar disgregação e delaminação do concreto, fenômenos físicos. Praticamente todas as causas químicas de patologias do concreto têm origem em falhas humanas, ocorridas desde a fase inicial de projeto, prolongando-se durante a execução da obra e estendendo-se ao longo da vida útil da estrutura.

2.5 TIPOS DE PATOLOGIA

2.5.1 Corrosão

A transformação do hidróxido de cálcio (pH elevado) em carbonato de cálcio (pH baixo), procedimento este mais conhecido como carbonatação, têm sido uma das causas mais frequentes em relação à corrosão nas estruturas de concreto armado, elemento este, que tem sido um dos maiores casos de patologias identificados em diversos tipos de estruturas.

Conforme Meira (2017), a degradação de estruturas de concreto devido ao problema da corrosão é algo que afeta a construção civil em todo o mundo, com repercussões em função do volume de casos registrados, da precocidade com que ocorrem, bem como do montante de recursos envolvidos.

Medeiros (2008), explica que:

São muitos os motivos possíveis de corrosão de armaduras no concreto armado. Desde o ataque por águas sulfatadas, a reação álcali-agregado, a retração por secagem, a penetração de cloretos, a carbonatação, entre outras. Um dos principais fatores é a penetração de cloretos, proveniente de maresia ou contato direto com a água do mar. Os íons cloretos no estado sólido depositam-se progressivamente na superfície do concreto.

Eles são dissolvidos pela chuva e transportados para o interior da estrutura por meio de mecanismos como absorção capilar ou difusão, provocando, ao longo dos anos, a corrosão das armaduras. A carbonatação ocorre em ambientes com

alto nível de poluição, como cidades com muitos carros, áreas de garagem e ambientes industriais.

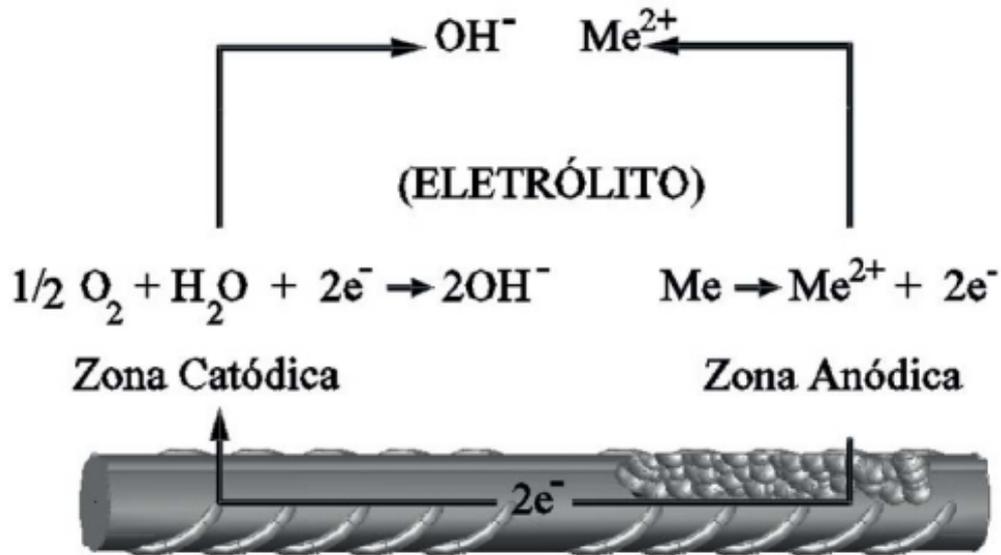
Figura 8 – Corrosão causa armadura exposta de um pilar



Fonte: Marcelo Medeiros, 2008.

Meira (2017) considera que, o processo de corrosão de armaduras em estruturas de concreto tem uma etapa inicial, na qual os agentes agressivos são transportados para o interior do concreto, produzindo alterações nas condições circundantes da armadura e a sua consequente despassivação, para que, em seguida, haja a ativação de uma célula eletroquímica de corrosão e a posterior propagação da corrosão.

Figura 9 – Representação de uma pilha de corrosão na armadura



Fonte: Gibson Meira, 2017.

De acordo com Medeiros (2008), o tratamento das áreas afetadas pela corrosão, denominado na Engenharia Civil como reparos localizados, é realizado em sete etapas: delimitação da área com corte com serra circular; escarificação do concreto solto e deteriorado; limpeza do produto de corrosão formado, que pode ser feito de forma manual, com jato de areia ou jato de água; pintura na superfície do metal para maior proteção; aplicação de uma ponte de aderência; preenchimento com argamassa de reparo e acabamento da superfície; e, por último, cura da argamassa de reparo, geralmente feita com água da rede de abastecimento de água potável.

2.5.2 Fissuras

Se fazem presentes em toda e qualquer tipo de estrutura. Pode se dizer que as fissuras e trincas são denominadas como a patologia mais comum, se tratando de estruturas em concreto armado, devido a significativamente baixa resistência à tração do concreto, mas que também podem partir da compressão, caso não tenha sido calculada corretamente, ou se por algum motivo a carga aplicada transpor a que foi calculada, o que acontece quando se ultrapassa o peso previsto em projeto.

Segundo Souza *et al.* (1998), as fissuras por deficiências de projeto são aquelas decorrentes de erros em dimensionamento de elementos estruturais ou, então, por falta de detalhamento destes projetos para a orientação da execução. São erros que, normalmente, resultam na manifestação de fissuras nas estruturas.

Figura 10 – Fissura de tração nos encontros



Fonte: jpd09.files.wordpress.com

Algumas definições que também abrangem o assunto, são descritas de acordo com a NBR 6118/2014 como:

A fissuração em elementos estruturais de concreto armado é inevitável, devido à grande variabilidade e à baixa resistência do concreto à tração; mesmo sob as ações de serviço (utilização), valores críticos de tensões de tração são atingidos. Visando obter bom desempenho relacionado à proteção das armaduras quanto à corrosão e à aceitabilidade sensorial dos usuários, busca-se controlar a abertura dessas fissuras.

Nas estruturas com armaduras ativas (concreto protendido), existe também, com menor probabilidade, a possibilidade de aparecimento de fissuras. Nesse caso as fissuras podem ser mais nocivas, pois existe a possibilidade de corrosão sob tensão das armaduras.

As fissuras podem ainda ocorrer por outras causas, como retração plástica térmica ou devido a reações químicas internas do concreto nas primeiras idades, devendo ser evitadas ou limitadas por cuidados tecnológicos, especialmente na definição do traço e na cura do concreto.

2.5.3 Desagregação

Desagregação nada mais é do que um destacamento do concreto, causado geralmente por uma expansão das armaduras, em decorrência de oxidação ou dilatação das mesmas, fazendo com que seu volume seja aumentado. Desta forma, o concreto do cobrimento é destacado

Figura 11 – Pilar com desagregação e corrosão acentuada



Fonte: Andrade, 1992.

2.5.4 Lixiviação

Segundo Laner (2001), a lixiviação é uma manifestação patológica que ocorre frequentemente nas estruturas de concreto e pode ser definida por um processo químico de remoção de compostos hidratados da pasta de cimento que reduz o pH do concreto. A lixiviação se manifesta em superfícies de concreto na forma de machas brancas, seguidas de precipitação de géis com conseqüente formação de estalactite, ou estalagmite, conforme a figura 11.

Figura 12 – Formação de estalactites



Fonte: Viaduto Imperatriz Leopoldina (FUNDATEC, 1991).

2.5.5 Abrasão

A abrasão é o processo que causa desgaste superficial no concreto por esfregamento, enrolamento, escorregamento ou fricção constante, sendo particularmente importante no estudo

do comportamento de pisos industriais, pavimentos rodoviários e de pontes (BAUER,2002, apud Lapa, 2008, p.13).

O desgaste por abrasão de uma superfície de concreto é provocado pelo mecanismo de fricção ou atrito, a seco, que tem como agente qualquer material desgastado, proveniente do tráfego de pessoas, veículos, ou até mesmo pela ação do vento, provocando perda de material e geração de pó (ANDRADE, 2005).

Para ACI 201.2R (2008, apud Soares, 2015, p. 24), o fenômeno do desgaste superficial por abrasão em concretos ocorre de forma progressiva, sendo que inicialmente a resistência à abrasão do material está relacionada com a qualidade da camada superficial. Com esse desgaste os agregados miúdos e graúdos são expostos, e com a permanência da solicitação por abrasão, o processo de desgaste continuará ocorrendo.

Segundo DNIT 090/2006 – ES (apud Lapa, 2008, p. 33):

A abrasão refere-se a atrito seco e é a perda gradual e continuada da argamassa superficial e de agregados em uma área limitada; bastante comum nos pavimentos, pode ser classificada, conforme a profundidade do desgaste, em:

- a) desgaste leve: perda da argamassa superficial em até 6mm de profundidade, já com exposição do agregado graúdo;
- b) desgaste médio: perda da argamassa superficial de 7 a 12mm de profundidade, com perda também da argamassa entre o agregado graúdo;
- c) desgaste pesado: perda de argamassa superficial de 13 a 25mm de profundidade, com clara exposição do agregado graúdo;
- d) desgaste severo: perda da argamassa superficial, de partículas do agregado graúdo e também da argamassa de envolvimento do agregado graúdo em profundidades maiores que 25 mm, com possível exposição de armaduras.

Para obtenção de uma boa resistência à abrasão em superfícies de concreto, a resistência à compressão do concreto não deve ser menor que 28 MPa, sendo recomendáveis também, uma baixa relação água/cimento, com granulometria, lançamento e adensamento adequados.

Andrade (2005, apud Soares, 2015, p. 25) afirma que, quanto maior a dureza e menor a porosidade da pasta de cimento, maior será a resistência do concreto à abrasão.

Segundo Almeida (2000, apud Lapa, 2008, p.13) a resistência superficial e a dureza do concreto influenciam o desgaste por abrasão. A utilização de agregados graúdos mais resistentes e o aumento da resistência à compressão, elevam a sua resistência à abrasão.

Figura 13 – Abrasão na pista de rolamento



Fonte: Higor Silva, 2018.

2.5.6 Nichos de Concretagem

Para Santos (2014), os ninhos de concretagem são vazios deixados na massa de concreto, devido à dificuldade de penetração do mesmo nas formas durante o processo de lançamento e adensamento. Tanto a segregação como os ninhos de concretagem podem ter várias origens, tais como:

- Baixa trabalhabilidade do concreto devido ao baixo fator água/cimento;
- Alta densidade de armaduras ou agregado de grande diâmetro;
- Insuficiência no transporte, lançamento e adensamento do concreto.

“Uma das principais características do concreto é sua trabalhabilidade que deve ser apropriada às dimensões das peças a serem concretadas e a forma de vibração a ser aplicada. Quando a trabalhabilidade não está adequada, o concreto não consegue preencher todos os espaços das peças e aí surgem vazios”, explica o engenheiro Arcindo Vaquero y Mayor, em uma entrevista para a Aecweb.

Siqueira (2020) afirma que, há casos em que a falha é resultado de problemas no detalhamento da armadura ou na montagem das fôrmas. Um ninho de concretagem costuma aparecer, por exemplo, em locais onde o espaçamento da armadura é insuficiente para o tamanho do agregado gráudo escolhido. “Da mesma forma, quando as fôrmas não são estanques, a nata de cimento tende a escorrer pelas frestas, gerando acúmulo de brita na parte superior, ocasionando falhas no concreto”, comenta o engenheiro Egydio Hervé Neto.

As consequências dessa patologia de estruturas de concreto armado, principais são o comprometimento da capacidade de suporte e da durabilidade da estrutura. Em casos mais

severos, essas falhas de concretagem podem levar à segregação do concreto e expor as armaduras, provocando sua corrosão e, em último grau, o colapso da estrutura (SIQUEIRA).

Figura 14 – Nicho de concretagem



Fonte: cimentoitambe.com.br

2.5.7 Falhas nas Instalações de Drenagem

Ressalta Laner (2001), que as falhas em instalações de drenagem, são fatores que também influenciam na degradação do concreto e das armações. Por esse motivo, elas devem ser evitadas para que, de fato, não se deixe água acumular em pontos críticos como, por exemplo, encontros de apoio de vigas, nos caixões, nos encontros com tabuleiros, na pista de rolamento, nos aparelhos de apoio, entre outros.

Figura 15 – Falha do sistema de drenagem



Fonte: Daniel Iglesias, 2016.

2.6 TIPOS DE PATOLOGIA EM JUNTAS DE DILATAÇÃO

Para Oesterle (2014), muitos tipos de juntas foram utilizadas em pontes rodoviárias para acomodar movimentos. As características desejáveis de uma junta de dilatação além de absorver alongamentos são a estanqueidade, facilidade de condução, baixo nível de ruído, resistência ao desgaste e resistência aos danos causados pelas lâminas de neve. Porém os desempenhos reais de muitos sistemas, no entanto, são decepcionantes quando submetido ao tráfego, tipicamente falham em um ou mais aspectos importantes, notadamente estanqueidade.

As juntas de uma ponte podem ser afetadas por dimensionamento incorreto das juntas, não prevendo adequadamente possíveis expansões ou retrações do concreto, pode ser afetada também por impactos de veículos pesados, ou até mesmo pelo desgaste ou ausência do material da junta, originados pelo uso ou por uma má conservação (Tejedor, 2013).

Segundo Baltimore (2005) as patologias mais constantes em juntas, constitui-se no problema de corrosão, por ter problemas encontrados na estanqueidade da estrutura. Onde as juntas e vedações quando com defeito permitem o escoamento de águas de superfície para atacar as extremidades da viga, rolamentos e suporte de concreto armado da superestrutura. Tal problema é decorrente muitas vezes por falha na instalação e também na ausência de manutenções preventivas.

Baltimore (2005) diz que juntas é um dos aspectos mais importantes do projeto, podem afetar a vida da estrutura, elevar custos de instalação e manutenção. Afirma que as corrosões

são comumente encontradas nas juntas, problema que envolve vazamento por permitem água na superfície da estrada infiltrar as extremidades da viga, rolamentos e subestruturas de concreto armado e articulações. As estruturas ficam cheias de sujeiras, pedras e lixo, e por fim deixam de funcionar caso não haja manutenção, que por muitas vezes são negligenciadas.

3 METODOLOGIA

3.1 FORMATO DO ESTUDO

Devido este trabalho gerar conhecimentos que serão aplicados na prática, categoriza-se este, como sendo uma pesquisa aplicada, que também poderá ser modelo para solucionar problemas específicos. Tendo como forma de abordagem uma pesquisa qualitativa, pois não demanda de técnicas estatísticas.

Silva (2001), considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Seguindo o ponto de vista dos objetivos, esta é uma pesquisa explicativa, pois identifica os fatores que contribuem para a ocorrência das patologias, aprofundando o conhecimento nas causas porque explica a razão do surgimento.

Seu desenvolvimento foi embasado em levantamentos bibliográficos, através de leituras de artigos científicos, dissertações de pós-graduação e mestrados, outros trabalhos de conclusão de curso, sites de revistas e demais funcionalidades da internet. Tudo feito de maneira virtual, devido à pandemia mundial que estamos enfrentando com o novo vírus Covid-19, o que impossibilitou as idas à qualquer biblioteca presencial, a fim de evitar aglomerações.

O procedimento técnico utilizado foi estudo de caso, pois segundo Gil (1991), envolve um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita seu amplo e detalhado conhecimento.

3.2 REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa tem sua realização “in loco”, por meio de visitas técnicas programadas para a execução de inspeção visual, e registros fotográficos, o que permitirão a coleta de dados para a análise em estudo.

3.3 OBJETO DE ESTUDO

Inspecionou-se a ponte “Fernando Henrique Cardoso – FHC”, inaugurada aos 27 dias de setembro de 2002, localizada na TO-080 ao final da avenida Juscelino Kubitscheck, cruzando o Rio Tocantins e ligando a cidade de Palmas ao distrito de Luzimangues. Possui 1042 metros de comprimento, tornando-a assim, a segunda maior ponte do país no formato causeway. Construída em concreto protendido, a estrutura conta com o apoio de quarenta e dois pilares, sendo vinte pares de pilar para cada lado, e dois pilares centrais extremamente robustos. Possui passeio nos dois lados, sendo um maior que o outro, para funcionar como ciclovia, e duas pistas de rolamento. Teve um custo total de R\$ 146 milhões aos cofres estaduais.

Figura 16 – Ponte Fernando Henrique Cardoso



Fonte: biblioteca.ibge.gov.br

E também a “Ponte Sobre Ribeirão Taquaruçu Grande”, que apresentou finalização da obra aos 29 dias de setembro de 2004, situada ao término da avenida Teotônio Segurado sentido NS, facilitando o acesso ao aeroporto da cidade, bem como aos bairros como Aurenny, Taquaralto, Taquari, entre outros. Possui 306 metros de comprimento e 20,2 metros de largura. Construída em concreto protendido, com quatro pistas de rolamento, sendo 3,5 metros de largura cada uma, pista de passeio aos dois lados, cada uma com 2,5 metros de largura. Conta ainda com sete vãos de 37 metros, e dois vãos extremos de 36,7 metros, e também nove conjuntos de pilares. Custou aproximadamente R\$ 21,6 milhões de recursos do governo estadual.

Figura 17 – Ponte Sobre Ribeirão Taquaruçu Grande



Fonte: portal.to.gov.br

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

A princípio, objetivava-se no conteúdo desta pesquisa, a realização da mesma em todas as pontes situadas na cidade de Palmas – TO. Porém, conforme visitas realizadas nessas pontes, observou-se que somente duas delas possuíam as juntas de dilatação visíveis, com isto, excluiu-se a possibilidade de inspeção nas demais, visto que sem tal visibilidade, torna-se impossibilitada a inspeção e análise do estado de conservação das juntas de tais pontes.

3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS, ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO, PROCESSAMENTO, ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Conforme dito anteriormente, foi realizado o reconhecimento dos locais antes de iniciar as inspeções, para um melhor planejamento das ações e para verificar a possibilidade de acesso aos elementos das estruturas. Para a coleta de dados realizou-se uma vistoria nas pontes para identificar as juntas adotadas em cada caso e registrar através de fotografias, para análises e estudos posteriores.

Seguindo a norma de inspeção ABNT NBR 9452:2019, foi realizada uma inspeção extraordinária, pois esta é realizada em situações não programadas, como a necessidade de avaliar com mais cuidado uma parte da estrutura, que no caso, são as juntas de dilatação. Essa avaliação pode ser gerada por inspeção anterior ou não, também pela ocorrência de impacto

sobre a OAE, de veículo, trem ou embarcação, ou ocorrência de fenômenos da natureza como inundação, vendaval, sismo e outros.

Em seguida se iniciaram as inspeções, seguindo os procedimentos para a inspeção adotada, verificando de forma visual a existência de manifestações patológicas nos elementos acessíveis das OAEs, e fazendo os levantamentos fotográficos das anomalias observadas. Os tipos de juntas foram identificados e classificados após levantamento bibliográfico, através de catálogos de fornecedores, e também de pesquisas realizadas nos órgãos públicos como “Secretaria da Infraestrutura, Cidades e Habitação”, “Agência Tocantinense de Transportes e Obras” (AGETO), “Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes” (DNIT), entre outros, a fim de se obter as características de projeto.

Concluídas as inspeções e analisados seus dados, foi diagnosticado o estado de conservação de cada junta observada e feita a classificação das estruturas, com base na NBR 9452 (ABNT, 2019), conforme tabelas abaixo.

Tabela 1 – Nota de classificação da OAE segundo os parâmetros estruturais previstos na Seção 5 da norma

Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetros estruturais		Nota de classificação
Apoio (meso-estrutura)	Deslocamento e ou desalinhamento de peças estruturais gerando excentricidades que podem ocasionar instabilidades ou concentração de tensões	2
	Vigas transversinas ou longarinas mal ou insuficientemente apoiadas em pilares, sintomas localizados como trincas (grandes fissuras) junto aos apoios na interface das vigas e pilares podem vir a reforçar este juízo	1
Aparelhos de apoio	Aparelhos de apoio de neoprene com pequenos rasgos na camada superficial, sem exposição das chapas de fretagem	5
	Aparelhos de apoio metálicos com corrosão superficial	4
	Aparelhos de apoio danificados ou comprometidos gerando alguma vinculação sem causar grandes esforços, recalques diferenciais e sem criação de cunhas de ruptura ou fissuras no entorno	3
	Aparelhos de apoio comprometidos, gerando vínculos imprevistos com cunhas de ruptura e recalques diferenciais com trincas ou fissuras	2
	Aparelhos de apoio danificados totalmente rompidos, dando origem a esforços horizontais e ou travamento de rotações, indesejáveis no esquema estrutural original	1
Juntas	Juntas de dilatação parcialmente obstruídas sem causar restrições à movimentação dos tabuleiros	5
	Juntas de dilatação obstruídas, causando restrições à movimentação dos tabuleiros	4
	Juntas de dilatação obstruídas, com contribuição para o quadro patológico com formação de fissuras em vigas longarinas e lajes	3
	Juntas de dilatação obstruídas, causando graves danos à superestrutura (esmagamento do concreto de vigas e lajes, formação de quadro de fissuração e esforços não previstos na meso e infraestrutura)	2
Encontros	Taludes de encontro com pequenos sulcos, sem causar danos às fundações	5
	Taludes de encontro com erosão, com situação estabilizada, sem causar danos às fundações	4
	Deslizamento de taludes de encontro	2
	Deslizamento de taludes de encontro gerando possível perda de base de apoio de fundações e ou empuxos ativos nos pilares	1
	Desníveis do pavimento, na transição terrapleno x tabuleiro, gerando acréscimo no impacto da carga acidental	3
Outros	Drenos inexistentes ou comprometidos no interior dos caixões, acarretando retenção de água no seu interior	3

Fonte: Norma ABNT 9452/2019

Tabela 2 – Classificação segundo parâmetros funcionais

Condição verificada na inspeção especial, segundo parâmetros funcionais		Classificação nota
Drenagem	Drenagem deficiente sem causar empoçamento ou aquaplanagem	4
	Drenagem no tabuleiro deficiente com empoçamentos localizados que não provoquem o fenômeno de aquaplanagem	3
	Drenagem ineficiente ou inexistente gerando pontos úmidos e formação de lâmina de água, possibilitando derrapagem ou o fenômeno de aquaplanagem	1
Pista	Pista de rolamento com pequenas irregularidades, sem gerar desconforto ao usuário	5
	Pista de rolamento com irregularidades, gerando desconforto ao usuário	4
	Desníveis no pavimento, na transição terrapleno x tabuleiro e juntas de dilatação, causando solavancos	3
Juntas	Pontos danificados nas juntas de dilatação sem causar desconforto ao usuário	4
	Berço danificado nas juntas de dilatação, gerando pequeno desconforto ao usuário	3
Dispositivos de segurança	Dispositivos de segurança com pontos danificados (segregação de concreto, armadura exposta)	3
	Dispositivos de segurança inexistentes, comprometendo a segurança dos usuários	1
	Inexistência de dispositivos de segurança para proteção de peças estruturais sujeitas a impactos	2
Passelo e guarda-corpo	Guarda-corpo rompido ou inexistente	1
Gabaritos	Sinalização horizontal e vertical inadequadas ou inexistentes, com risco à segurança da obra e usuários	2
	Acidentes com choques de veículos ou embarcações na estrutura	2

Fonte: Norma ABNT 9452/2019

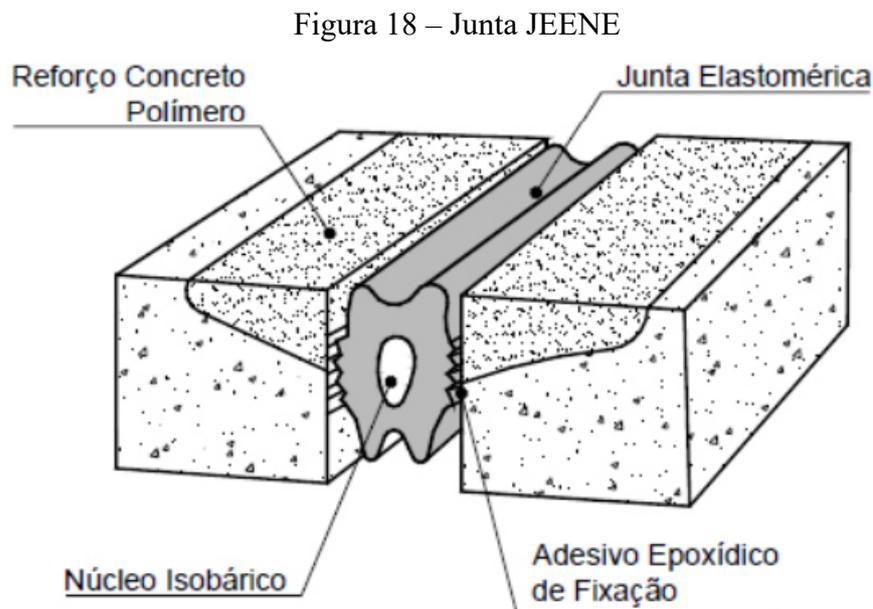
Através do parâmetro adotado para cada junta, foi relacionadas as juntas que precisam de intervenção imediata e organizadas em ordem prioritária de manutenção, para que assim possam ser definidas quais se encontram sem problemas aparentes, quais precisarão de manutenção preventiva, e quais precisarão de manutenção corretiva.

4 RESULTADOS

4.1 TIPOS DE JUNTAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

4.1.1 Junta Elástica Expansível Nucleada Estrutural – JEENE

A JEENE é basicamente composta de três elementos conforme o DNIT (2006, p. 04); a câmara elástica, o adesivo e a nucleação ou pressurização, para obrigar a junta a dilatar-se contra as paredes da sede, comprimindo o adesivo e garantindo sua aderência. A junta é feita de elastômero e tem características geométricas, ela poderá conter uma ou mais cavidades suplementares como mostra a figura 18.



Fonte: Manual de inspeção de pontes rodoviárias. 2004, p. 121.

Utiliza-se o adesivo epóxida de alto desempenho e se aplica a pressurização através de válvulas e ar comprimido (DNIT, 2006).

Segundo o Catálogo JEENE (1999), O Policloropreno (Neoprene) é o elastômero básico utilizado na confecção dos perfis JEENE, pois este possui resistência química, mecânica e a intempéries. O interior do perfil é caracterizado por uma ou mais cavidades e apresenta, na parte externa, estrias especialmente desenhadas para aumentar a superfície de aderência, ele também tem bastante trabalhabilidade em movimentações.

O Catálogo de Juntas JEENE (1999), também apresenta os perfis básicos produzidos, estando disponíveis informações de movimentações máximas e as obras que melhor se adequam a cada modelo de perfil, como na figura 19.

Figura 19 – Perfis e movimentações máximas de juntas JEENE (mm)

Selante		Dimensões – Ponto Neutro		Movimentações		
Código	Largura	Profundidade	Largura	Compressão (-)	Tração (+)	Recalque / Cisalhamento (-)/(+)
JJ2030VV	20	40	20	10	10	12
JJ2540VV	25	50	25	10	15	15
JJ3550VV	35	60	35	15	20	21
JJ4060VV	40	70	40	20	20	30
JJ5070VV	50	80	50	25	25	30
JJ6080VV	60	90	60	30	30	36
JJ8097VV	80	120	80	40	40	48
JJ99120VV	100	140	100	50	50	60
JJ120120VV	120	140	120	60	60	72
JJ150190VV	150	210	150	75	75	90

Fonte: Catálogo de Juntas JEENE (2016).

Esse tipo de junta já foi utilizado em diversas obras e obteve desempenho satisfatório para aberturas na ordem de 6 centímetros. Para a recuperação dessa junta, se a instalação e procedimentos construtivos forem realizados de maneira adequada, apenas será preciso substituir a câmara elástica da junta (DNIT, 2006).

4.1.2 Junta de Elastômero Armado Composta – MEPEL J-200

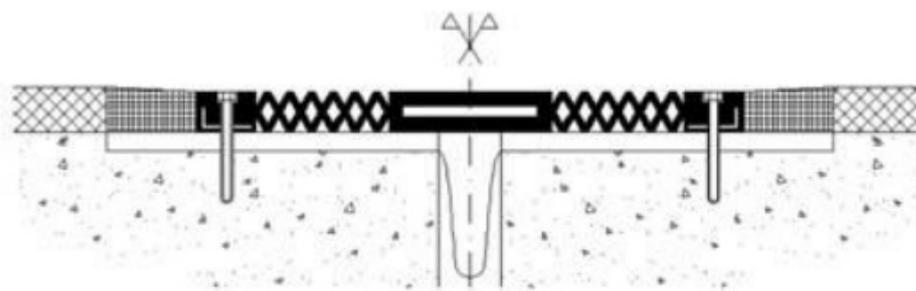
Essa junta se parece muito com a junta elastomérica armada, segundo Lima e Brito (2009), a única diferença são os espaços de descontinuidade ou foles presentes na peça, garantindo movimentação longitudinal. Assim como na junta de elastômero armado, sua instalação é feita em um leito de argamassa, e a fixação é feita com resina epóxida que é utilizada para selagem dos pernos no betão armado (LIMA e BRITO, 2009).

Os pernos são afixados com anilha e porca por meio de aberturas nas juntas, que posteriormente serão vedadas com tampas ou algum material fluido elástico para a preservação

dos mesmos. Deve existir um sistema anti-levantamento em juntas de grandes dimensões, que são geralmente barras transversais com a maior dimensão da junta prendendo-a a estrutura (LIMA e BRITO, 2009).

É característica da junta uma abertura não superior a 1600 mm na horizontal e angulação máxima de 30 graus em viés. Na estrutura podem ocorrer manifestações patológicas como deterioração da banda de transição; desgaste ou ausência de selagem nos alvéolos de fixação; fissuração ou corte nos elementos da junta. A o tempo de vida útil é em torno de seis anos e a periodicidade da inspeção é de 2 em 2 anos, após a via útil, anualmente (FERREIRA, 2013).

Figura 20 – Junta de Elastômero Armado Composta



Fonte: LIMA, J. M.; BRITO, Jorge; 2009, p. 02.

De acordo com o catálogo COMPOSAN (2010), o desenho de cada um dos modelos foi cuidadosamente pensado para suportar extremas condições de trabalho, como observado na Figura 20. A junta é submetida à vários ciclos de extensão e compressão medindo-se o esforço necessário para comprimir e estender os valores para a qual foi desenhada. Devem-se levar em conta as temperaturas máximas e mínimas e a zona de localização da estrutura, a temperatura de montagem, espessura e o tipo de estrutura da mesma.

4.2 DIAGNÓSTICO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Após a realização das visitas para coletar dados e fazer registros fotográficos, foram analisados conforme a norma NBR 9452:2019, para inspeção de pontes e avaliados seus estados de conservação e manifestações patológicas aparentes.

4.2.1 Ponte Fernando Henrique Cardoso

Nas visitas realizadas a ponte FHC, foram observadas várias manifestações patológicas nas juntas de dilatação que serão mostradas nas figuras a seguir. As fotos foram divididas por conjunto de pilares, sendo registrados de ambos os lados da ponte, nomeadas como LP (Luzimangues-Palmas) e PL (Palmas-Luzimangues) conforme o sentido do fluxo.

Figura 21 – Primeira junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas

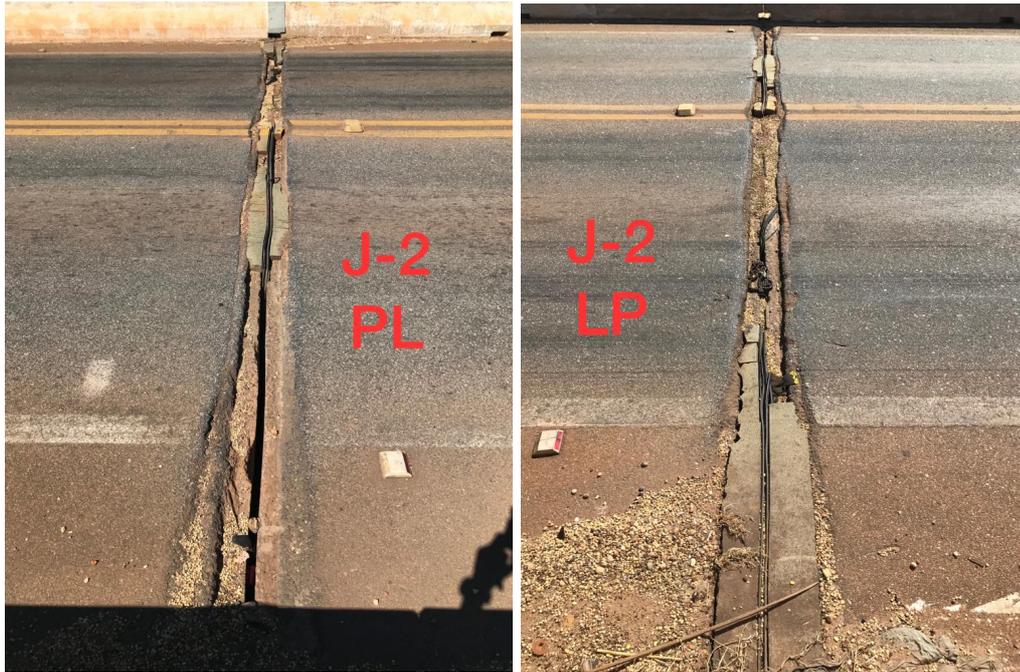


Fonte: autor

Como pode-se ver na figura 21, a junta está coberta com uma camada de asfalto no perímetro de tráfego. Isso pode ter ocorrido devido a um destacamento do berço de apoio da junta, gerando infiltração na camada asfáltica e ocasionando “buracos” na pista, sendo necessário esse tipo de correção, mesmo que de forma errada. A junta no perímetro de acostamento, encontra-se com obstruções por sujeira, pequenos destacamentos no berço de

apoio e perda da fita de Neoprene. Sendo classificada com nota 4 para parâmetros estruturais, pois está causando restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção imediata, pois pode agravar a situação da estrutura, causando fissuras em vigas e lajes.

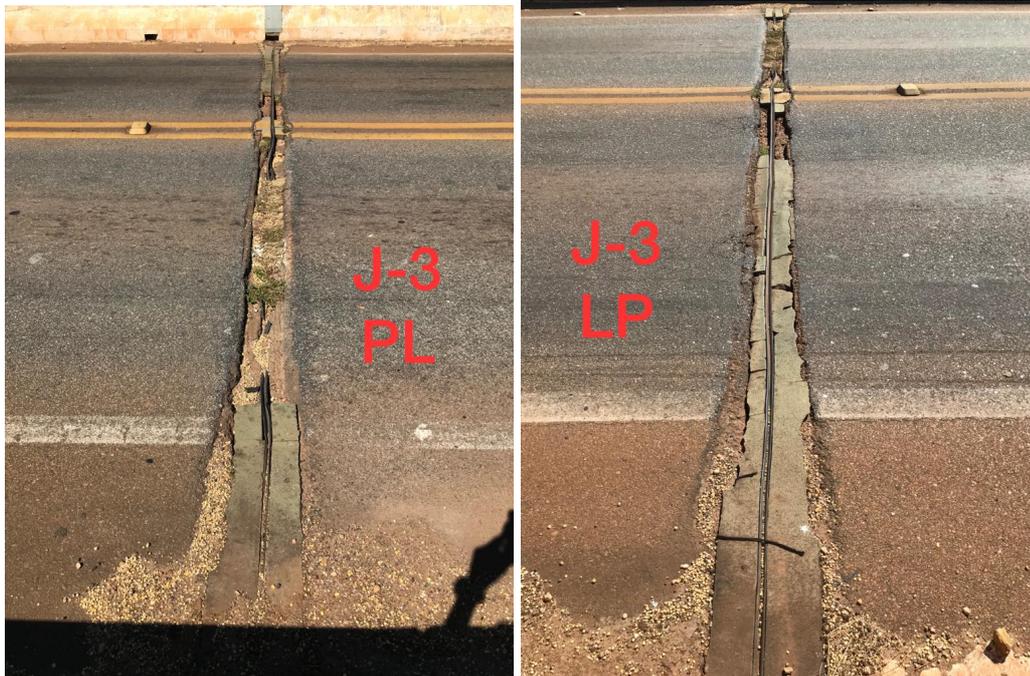
Figura 22 – Segunda junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Referente a junta 2, verifica-se na figura 22 que grande parte da seção do berço de apoio foi perdida, sendo perdida também a fita de Neoprene usada para fechamento da junta. Nota-se também certo desalinhamento na junta e obstrução por sujeira dentro da junta e nos acostamentos. Classificando-a com nota 4 para parâmetros estruturais, pois está causando restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção imediata para manutenção corretiva, pois pode agravar a situação da estrutura, causando fissuras em vigas e lajes.

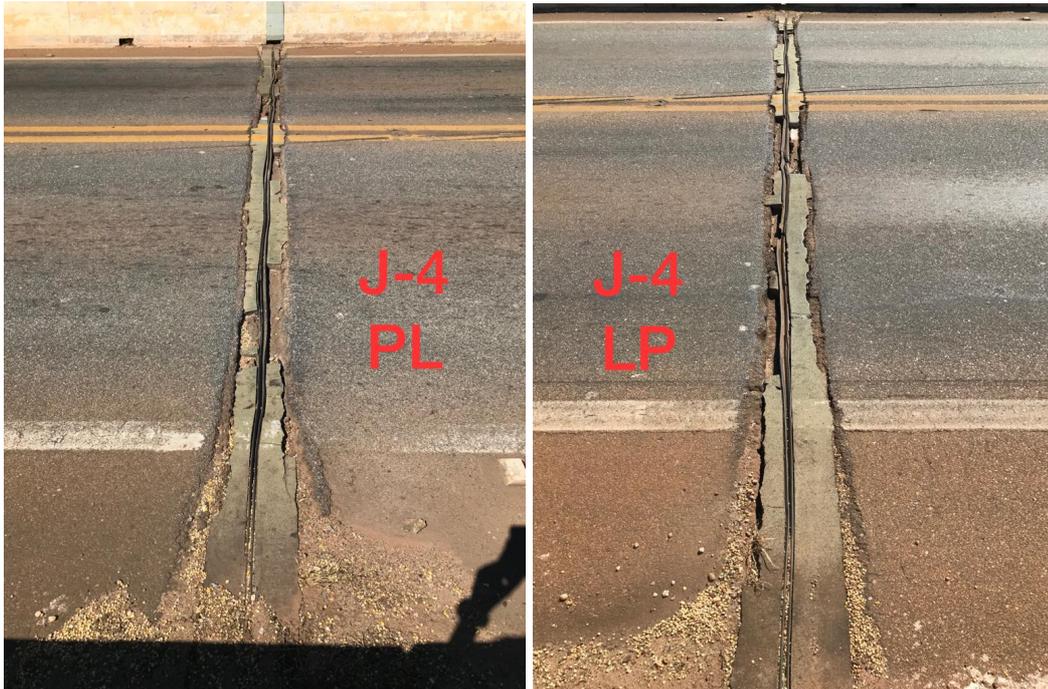
Figura 23 – Terceira junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Na figura 23, foi observado na junta 3 que grande parte da seção do berço de apoio foi perdido juntamente com a fita de Neoprene para fechamento. Onde ainda possui a fita, nota-se o desalinhamento sofrido pela junta. Na pista Palmas-Luzimangues a junta está coberta por sujeira e possui algumas vegetações, indicando acúmulo de água na junta. Nos acostamentos a junta está obstruída por sujeira. Avalia-se com nota 4 para parâmetros estruturais, pois a obstrução pode causar restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata pois o grau de obstrução pode causar danos as vigas e lajes.

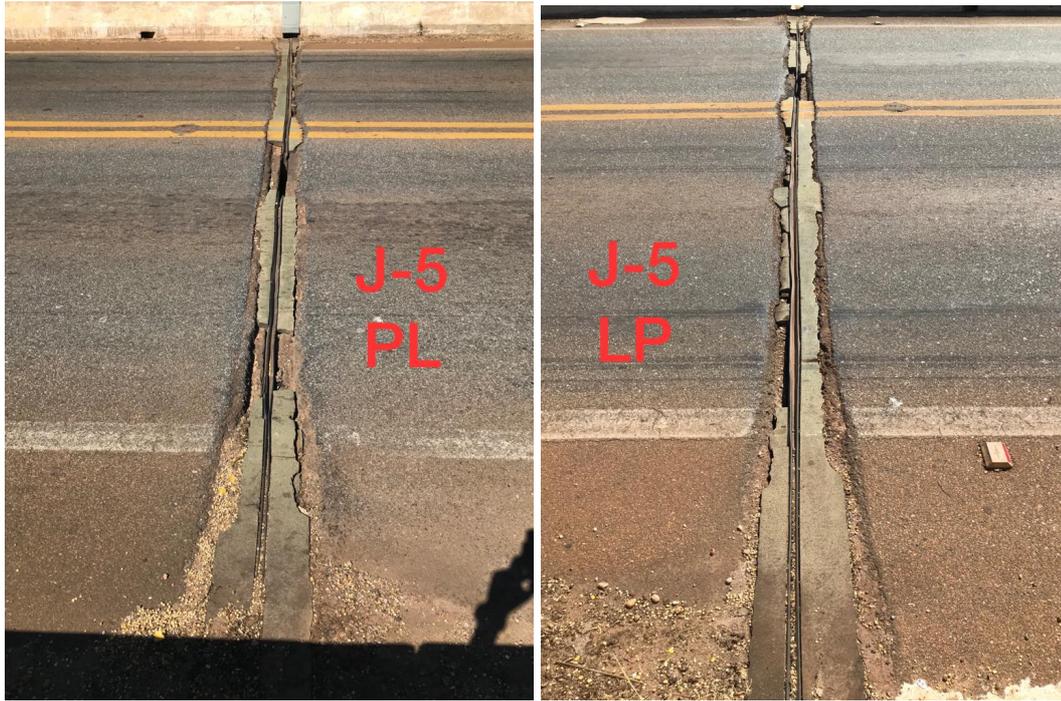
Figura 24 – Quarta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Conforme a figura 24, esta junta encontra-se com falhas em grande parte da seção no berço de apoio, a fita de Neoprene está inteira, porém danificada. Nota-se desalinhamento na junta, causado pela frequência de tráfego e também pela perda do berço de apoio. Possui muita sujeira obstruindo a junta nos acostamentos. Pode-se classificar essa junta com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais e cause danos estruturais mais graves.

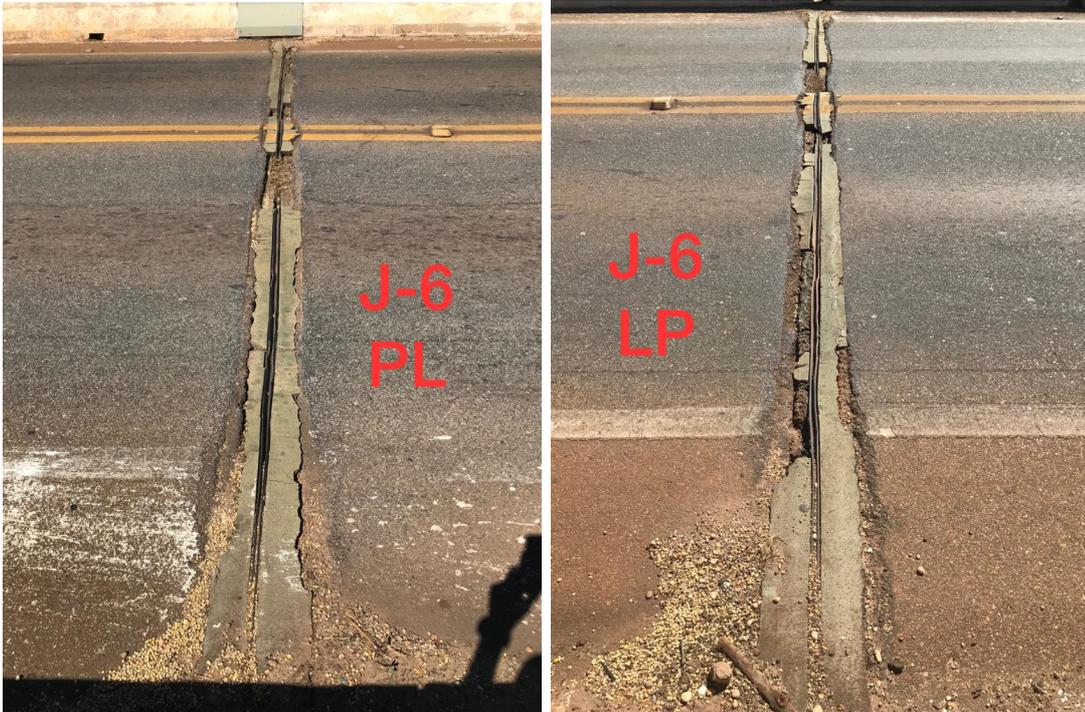
Figura 25 – Quinta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Dispõe-se na figura 25 a junta 5, que recebe nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários, devido a encontrar-se com falhas no berço de apoio. A fita de fechamento está rompida na pista Palmas-Luzimangues, danificada e desalinhada ao longo da junta. Há sujeira obstruindo a junta no acostamento. Será necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais e cause danos estruturais mais graves.

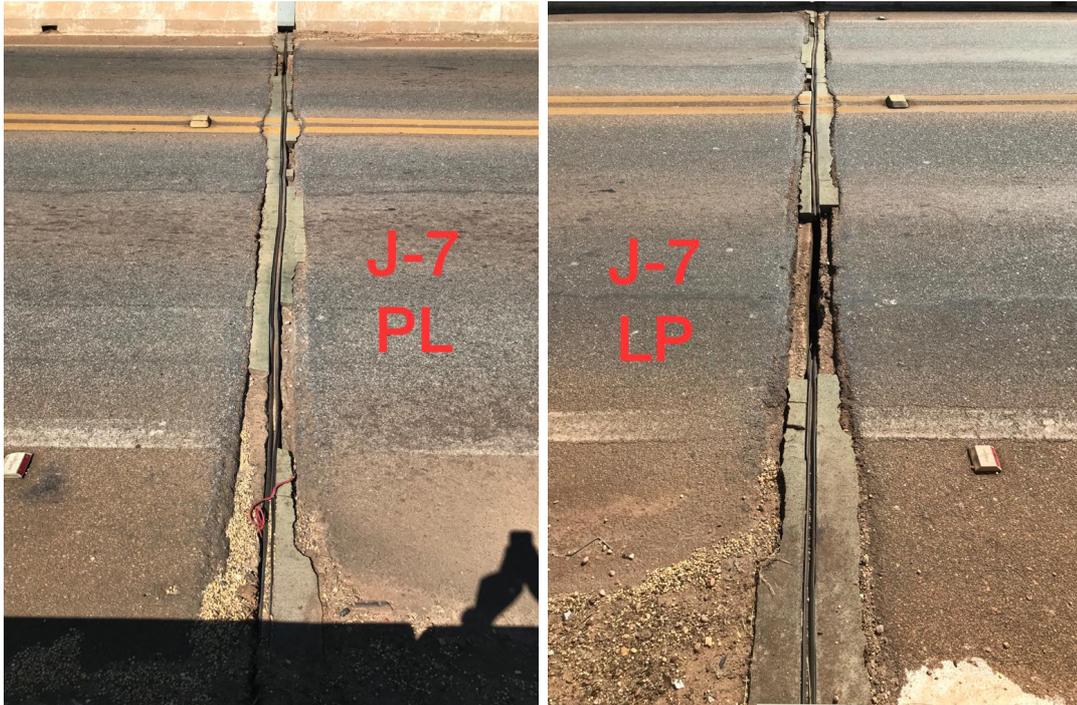
Figura 26 – Sexta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

É notável na figura 26, que esta junta apresenta parte do berço de apoio destacado e a fita de fechamento rompida em várias partes, sendo percebido também desalinhamento. Possui algumas vegetações na junta, mostrando entupimento por sujeira e causando o acúmulo de água. No acostamento há muita sujeira obstruindo. Pode ser classificada com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais e cause danos estruturais mais graves.

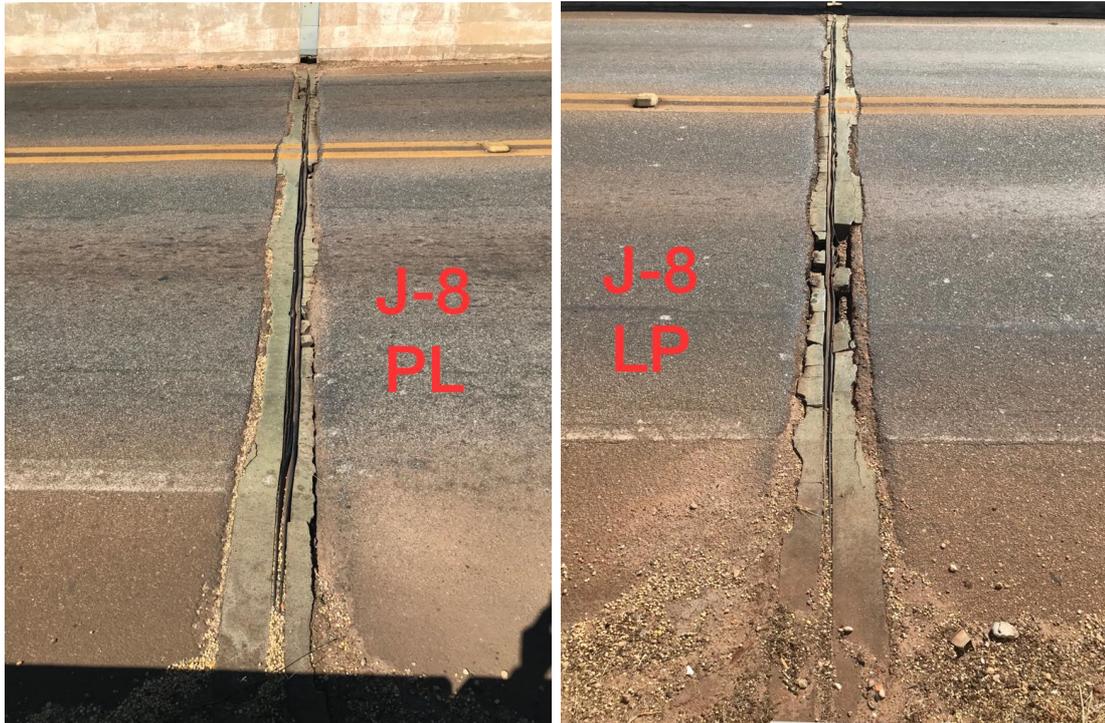
Figura 27 – Sétima junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Na junta 7, como mostra a figura 27, possui algumas fissuras aparentes, o concreto do berço de apoio está deteriorado e foi perdido em grande parte. A fita de Neoprene está danificada e desalinhada ao longo da junta, encontra-se rompida na pista Luzimangues-Palmas. Em ambos os acostamentos possui sujeira na junta. Classifica-se essa junta com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais e cause danos estruturais mais graves.

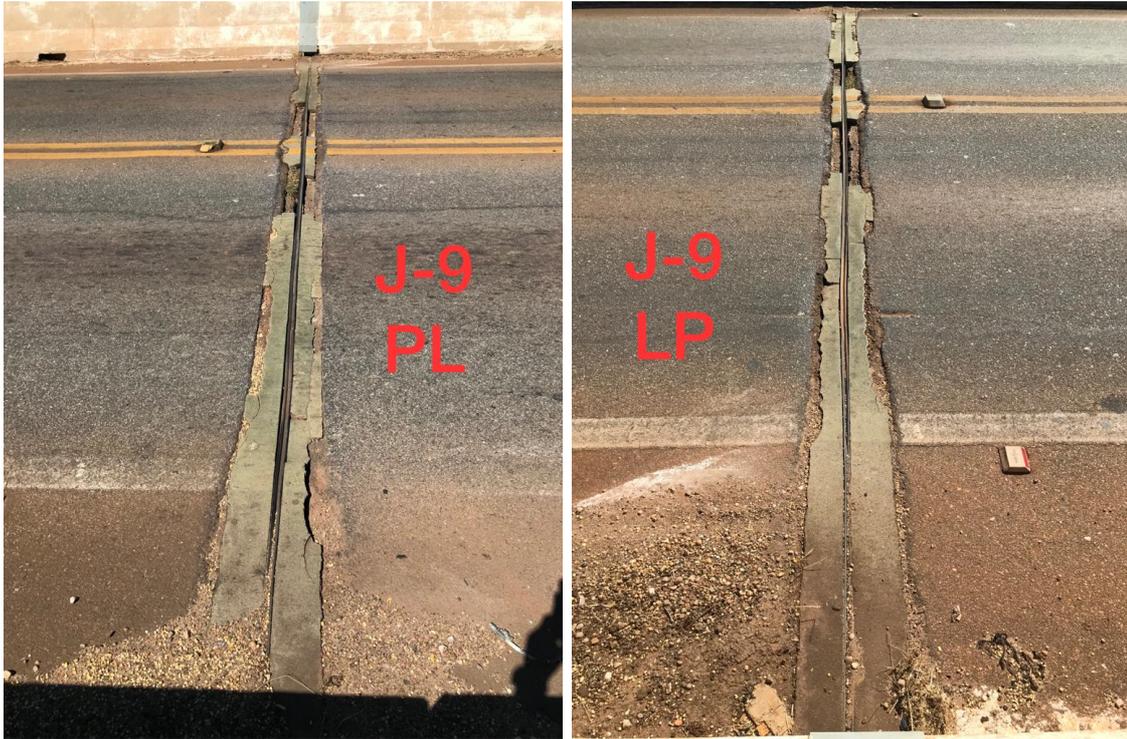
Figura 28 – Oitava junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Percebe-se na figura 28, que nesta junta a fita não está rompida, porém está danificada e desalinhada, o berço de apoio apresenta destacamentos no concreto e algumas fissuras. A junta está obstruída por sujeira nos acostamentos e também no perímetro de tráfego. Podendo ser classificada com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais e cause danos estruturais mais graves.

Figura 29 – Nona junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

A figura 29 ilustra esta junta que também apresenta sujeira obstruindo o acostamento e parte do perímetro de tráfego. O berço de apoio está danificado, com partes destacadas e algumas fissuras. A fita de Neoprene está danificada e desalinhada, mas não está rompida. Sendo classificada com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais e cause danos estruturais mais graves.

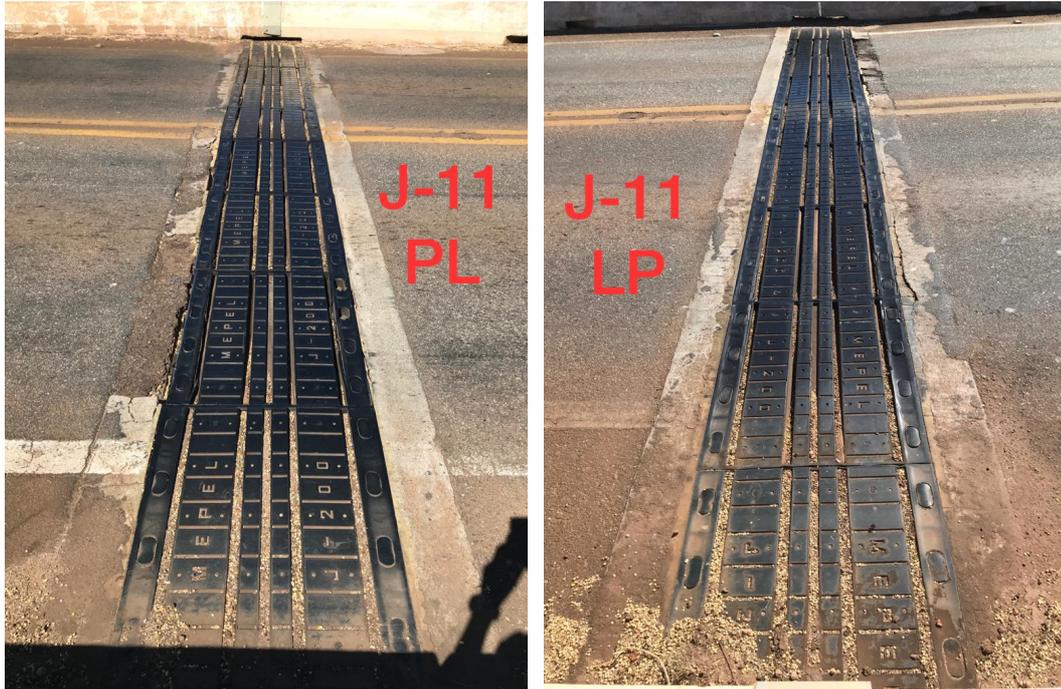
Figura 30 – Décima junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Nota-se na figura 30 que esta junta está em bom estado, o berço de apoio está inteiro apesar de ter algumas fissuras. A fita de fechamento em Neoprene está em bom estado, mas possui sujeira em suas frestas e no acostamento. Pode ser classificada com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 4 para parâmetros funcionais, pois não gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção preventiva de limpeza na fita de Neoprene e alguns reparos no berço de apoio para evitar fissuração e destacamentos.

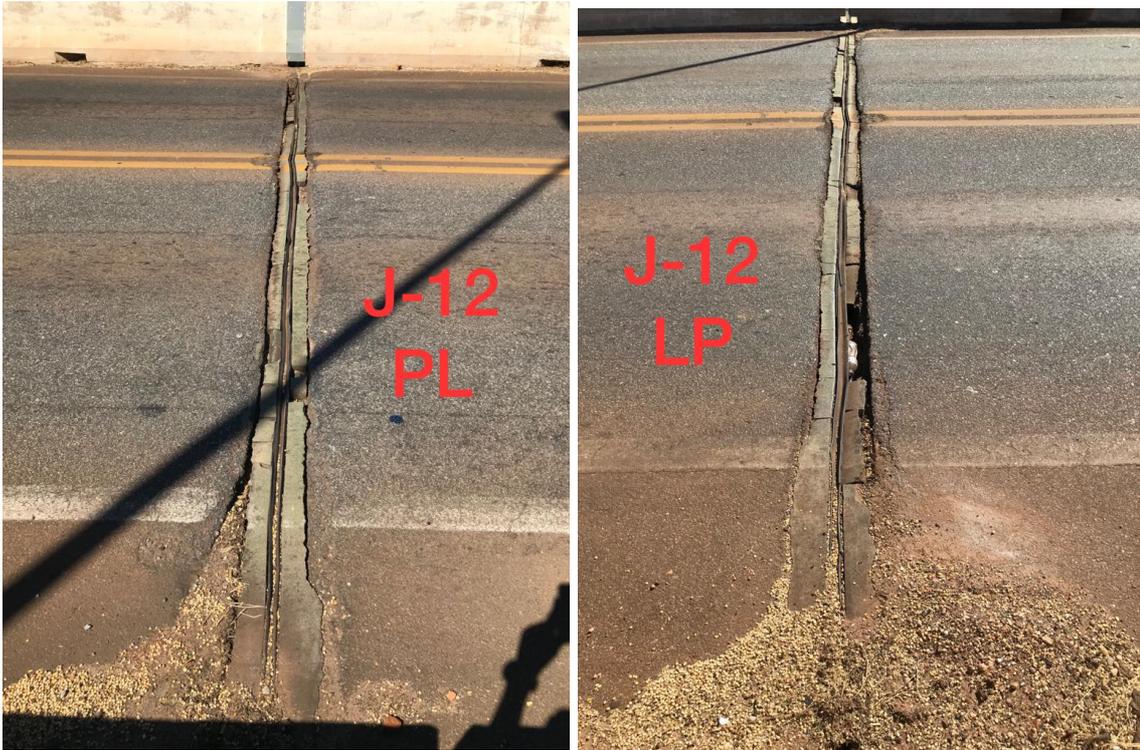
Figura 31 – Décima primeira junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

É possível verificar na figura 31 que esta junta está em estado mediano, pois possui alguns pequenos destacamentos no berço de apoio além de algumas fissuras. A fita está em bom estado, mas possui sujeira em suas frestas. O acostamento está com muita sujeira obstruindo as frestas. Classifica-se com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 4 para parâmetros funcionais, pois não gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção preventiva de limpeza na fita de Neoprene e alguns reparos no berço de apoio para evitar a progressão das fissuras e destacamentos.

Figura 32 – Décima segunda junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Conforme figura 32, esta junta está em um estado ruim, possui várias partes do berço de apoio destacados, em uma das partes abertas da junta possui lixo. A fita não está rompida, porém está danificada e desalinhada, e os acostamentos possui sujeira. Classifica-se com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais e cause danos estruturais mais graves.

Figura 33 – Décima terceira junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Verifica-se na figura 33 que a junta apresenta falhas no berço de apoio, causadas pelo destacamento do concreto, e também possui físsuras. A fita de Neoprene está rompida na pista Palmas-Luzimangues e possui muita sujeira. Em ambos os acostamentos possui sujeira obstruindo a junta. Pode ser classificada como nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais e cause danos estruturais mais graves.

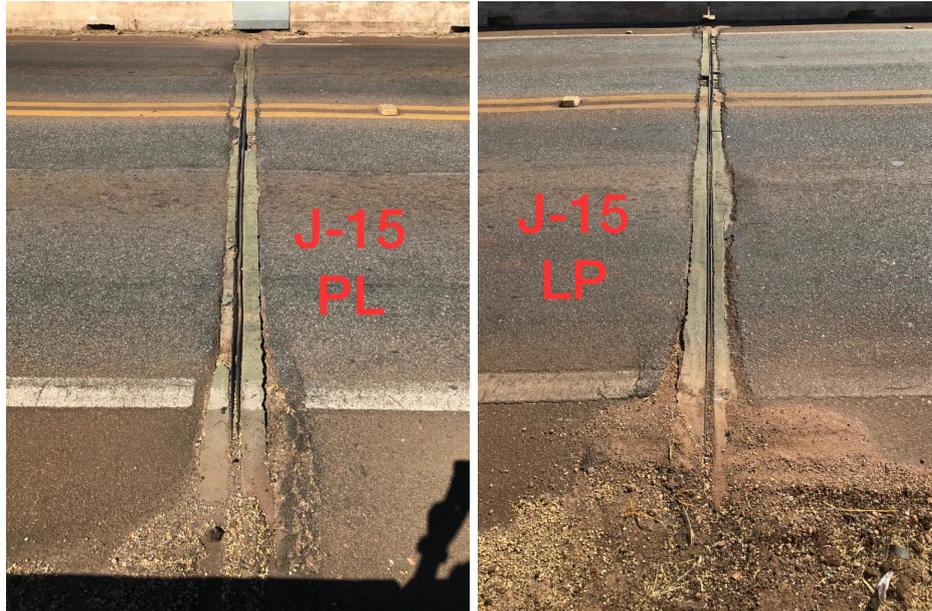
Figura 34 – Décima quarta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Em relação à figura 34, a junta está em um estado de conservação mediano, pois nela existe algumas fissuras e há alguns pedaços de concreto destacados no berço de apoio. A fita está danificada e pouco desalinhada, mas está inteira. Os acostamentos possuem sujeira na junta. Pode-se classificá-la como nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 4 para parâmetros funcionais, pois não gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva no berço de apoio e na fita de Neoprene, para evitar que aumente o desgaste da fita e as fissuras e destacamentos no berço de apoio.

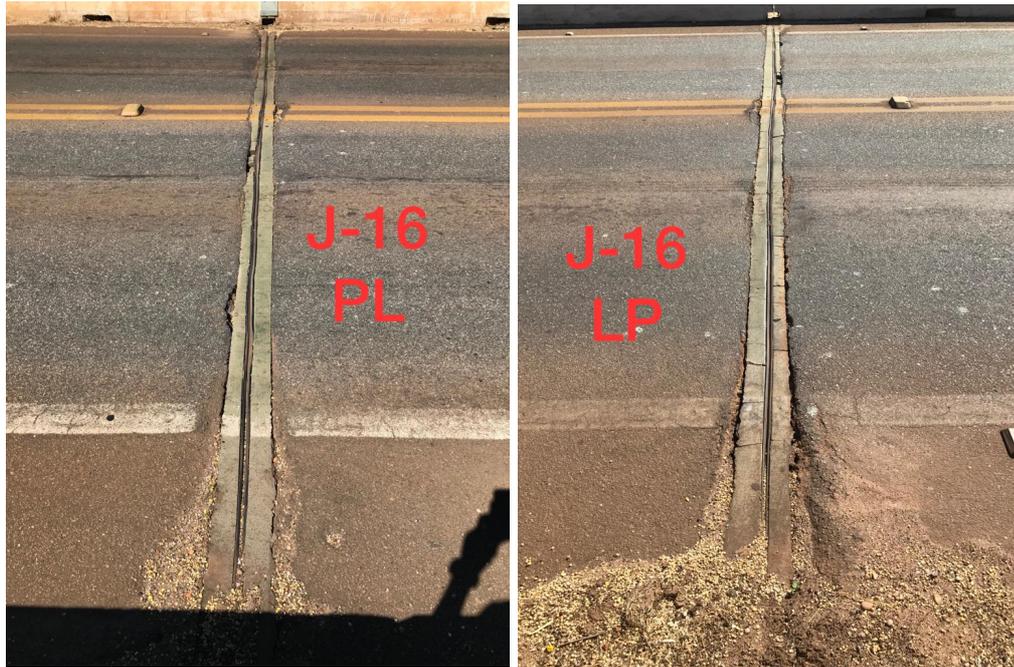
Figura 35 – Décima quinta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

A junta referente à figura 35 apresenta algumas fissuras no concreto do berço de apoio e alguns destacamentos. A fita está inteira, porém danificada e pouco desalinhada. Os acostamentos apresentam sujeira obstruindo a junta. Classifica-se como nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 4 para parâmetros funcionais, pois não gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais.

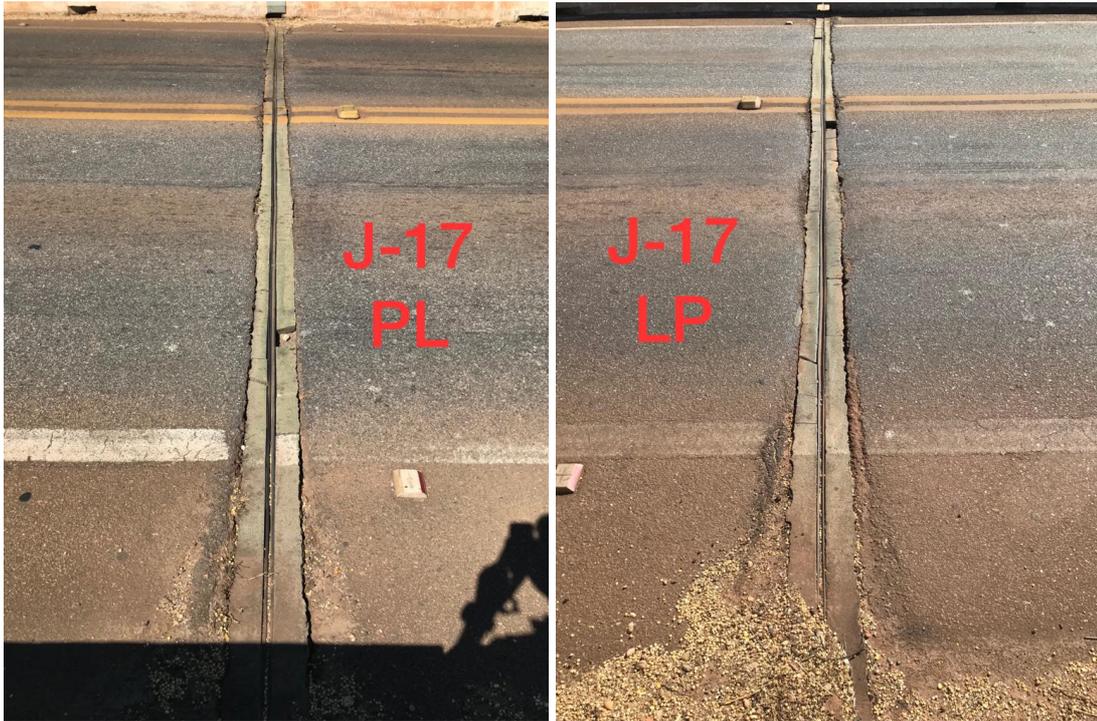
Figura 36 – Décima sexta junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

O estado da junta analisada na figura 36 está ruim pois apresenta várias fissuras, em algumas partes a ligação concreto e asfalto estão com defeito. Há um pequeno destacamento na pista Palmas-Luzimangues. A fita não possui rompimentos, mas está danificada e um pouco desalinhada. Podendo ser avaliada como nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 4 para parâmetros funcionais, pois não gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que agrave as fissuras e os defeitos da fita.

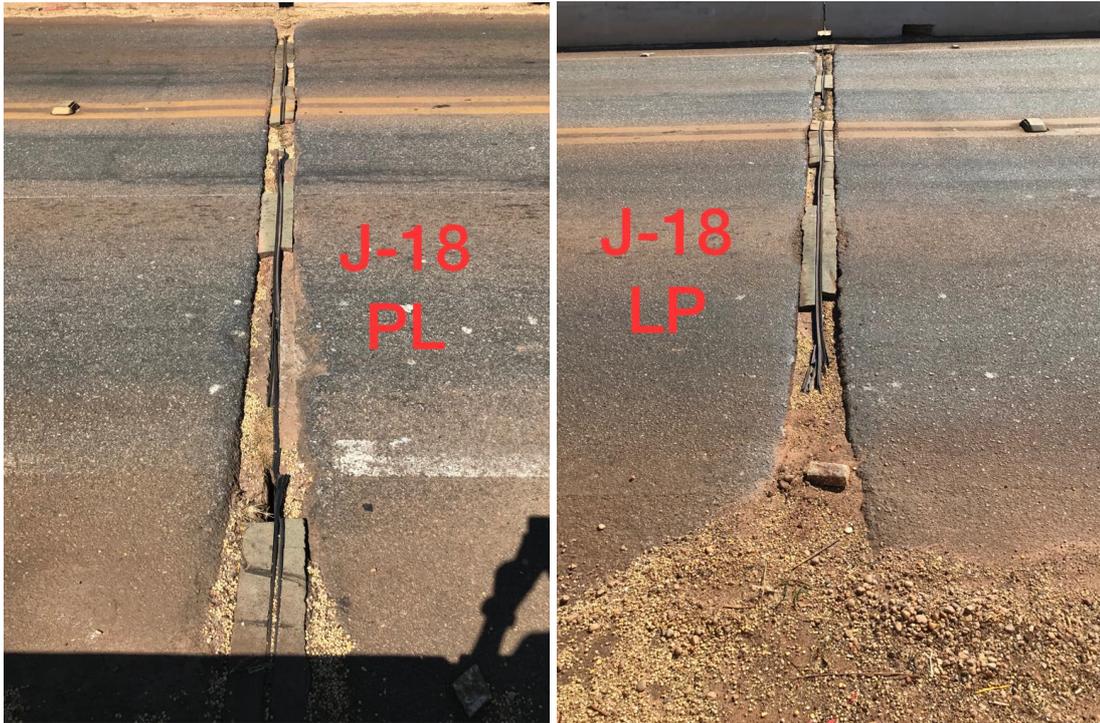
Figura 37 – Décima sétima junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Percebe-se na figura 37, que esta junta possui dois destacamentos no berço de apoio e várias fissuras. A fita está danificada apesar de não estar rompida. Possui defeitos na ligação concreto e asfalto. Nos acostamentos possui muita sujeira obstruindo a junta. Avalia-se com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 4 para parâmetros funcionais, pois não gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se agrave a deterioração.

Figura 38 – Décima oitava junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Analisando a figura 38, podemos ver que o estado da junta encontra-se muito ruim, com muitas falhas no berço de apoio e a fita de Neoprene está rompida em vários pontos. Há muita sujeira obstruindo a junta, tanto no perímetro de tráfego quanto nos acostamentos. Classifica-se como nota 4 para parâmetros estruturais, pois causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se deteriore mais e cause danos estruturais mais graves.

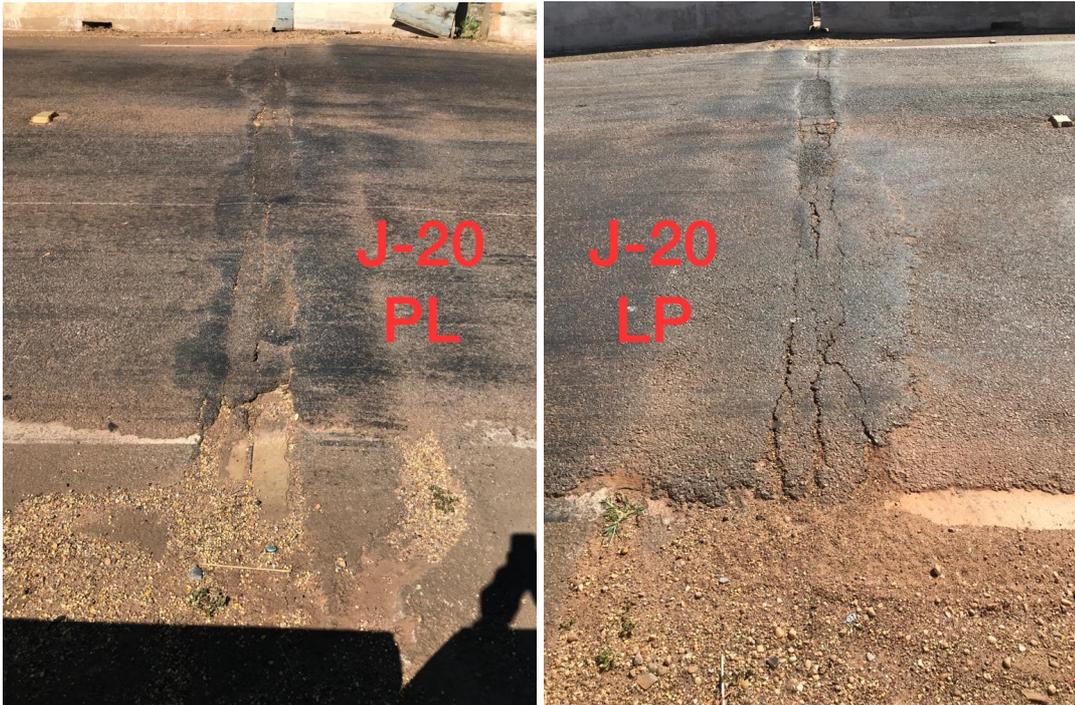
Figura 39 – Décima nona junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

A junta 19, como mostra a figura 39, está em estado precário, pois todo o berço de apoio e a fita já acabaram, e a junta está totalmente obstruída por sujeira e algumas vegetações, indicando acúmulo de água. Avalia-se com nota 4 para parâmetros estruturais, pois causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários, sendo necessária intervenção imediata. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva imediata no berço de apoio e na fita de Neoprene, pois ambos não existem mais, sendo necessário para evitar danos estruturais mais graves.

Figura 40 – Vigésima junta, sentido Palmas – Luzimangues e Luzimangues – Palmas



Fonte: autor

Conforme a figura 40, a junta está coberta por uma camada asfáltica, acredita-se que ela estava tão deteriorada que causava incômodo aos usuários, que foi necessário usar esse método paliativo. Já nos acostamentos a junta está coberta por sujeira, sendo difícil a visualização do berço de apoio e da fita de Neoprene. Avalia-se com nota 4 para parâmetros estruturais, pois causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 3 para parâmetros funcionais, pois gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção imediata, pois pode agravar a situação da estrutura, causando fissuras em vigas e lajes.

4.2.2 Ponte Sobre o Ribeirão Taquaruçu Grande

Nas visitas realizadas à ponte sobre o Ribeirão Taquaruçu Grande, foram observadas várias manifestações patológicas nas juntas de dilatação que serão mostradas nas figuras a seguir. Nessa ponte há três juntas, sendo uma em cada extremidade e uma junta localizada ao meio da ponte.

4.2.2.1 Primeira Junta

Figura 41 – Primeira junta



Fonte: autor

Nesta junta relacionada à figura 41, pode-se observar que devido ao recapeamento, uma camada asfáltica avança sobre o berço de apoio em parte da junta. Nota-se também sujeira obstruindo a junta e destacamento no berço de apoio, juntamente com algumas fissuras. Pode-se classificar essa junta com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 4 para parâmetros funcionais, pois não gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção corretiva, para evitar que se agrave os destacamentos e fissuras do berço de apoio.

4.2.2.2 Segunda Junta

Figura 42 – Área de pedestre da junta 2, sentido Norte-Sul



Fonte: autor

Nota-se na figura 42 o acúmulo de sujeira na junta na área de pedestres, além de terra contém pequenos galhos e folhas.

Figura 43 – Sistema de drenagem na junta 2, sentido Norte-Sul



Fonte: autor

Percebe-se na figura 43 que a tubulação para drenagem da água da junta está amassada e que há um caminho de terra na tubulação, ou seja, entra sujeira no sistema de drenagem.

Figura 44 – Junta na área de pedestre, sentido Norte-Sul



Fonte: autor

Pode-se observar na figura 44 o acúmulo de sujeira na junta e a existência de vegetação, indicando acúmulo de água na junta. Com a existência de uma tubulação metálica passando por cima da junta pode influenciar no acúmulo de sujeira e possivelmente água.

Figura 45 – Junta no guarda roda, sentido Norte-Sul.



Fonte: autor

Nesta figura 45 percebe-se que não há nenhum fechamento protegendo a junta do guarda rodas da entrada e acúmulo de sujeira.

Figura 46 – Pista de tráfego próximo ao guarda rodas, sentido Norte-Sul.



Fonte: autor

Nota-se na figura 46 um pequeno acúmulo de sujeira próximo ao guarda rodas e alguns destacamentos no berço de apoio da junta.

Figura 47 – Segunda faixa de tráfego, sentido Norte-Sul



Fonte: autor

Na figura 47 pode-se observar fissuras e alguns destacamentos no berço de apoio. Nota-se também acúmulo de sujeira nas frestas da fita de Neoprene.

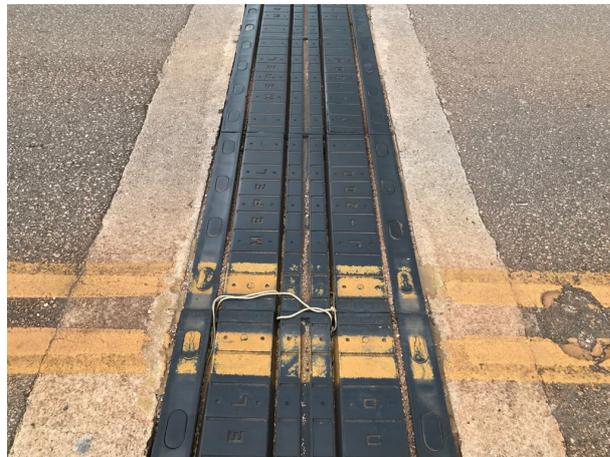
Figura 48 – Faixas centrais da junta de dilatação



Fonte: autor

Observa-se na figura 48 algumas fissuras e pequenos destacamentos no berço de apoio. A ligação entre a fita de Neoprene e o berço de apoio encontra-se com acúmulo de sujeira.

Figura 49 – Centro da segunda junta de dilatação



Fonte: autor

Nota-se na figura 49 o acúmulo de sujeira nas frestas da fita de Neoprene e também na ligação entre o berço de apoio e a fita.

Figura 50 - Pista de tráfego próximo ao guarda rodas sentido Sul-Norte.



Fonte: autor

Pode-se observar na figura 50 pequenas vegetações na fita de Neoprene da junta e o acúmulo de sujeira tanto na fita, quanto na fresta entre a junta e o guarda rodas.

Figura 51 - Segunda faixa de tráfego sentido Sul-Norte



Fonte: autor

Na figura 51 observa-se que a ligação entre a fita de Neoprene com o berço de apoio está desgastada. Nota-se também certo desgaste na fita.

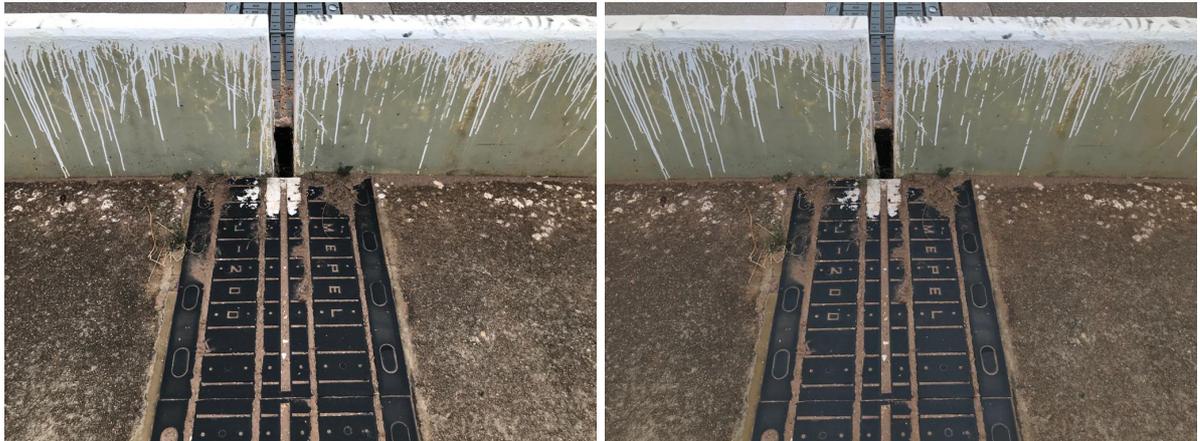
Figura 52 – Junta de dilatação do guarda rodas, sentido Sul-Norte



Fonte: autor

Nota-se na figura 52 que a junta não possui fechamento de proteção, sendo suscetível a entrada de sujeira.

Figura 53 – Área de pedestre, sentido Sul-Norte



Fonte: autor

Pode-se observar na figura 53 o acúmulo de sujeira nas frestas da fita de Neoprene e também entre a fita e o berço de apoio.

Figura 54 – Drenagem da área de pedestre, sentido Sul-Norte



Fonte: autor

Nota-se na figura 54 que a tubulação de drenagem está quebrada e amassada, podendo causar danos a estrutura. Pois quando a água tem acesso a estrutura de maneira errada, gera algumas manifestações patológicas como erosão e lixiviação.

Figura 55 - Área de pedestre, sentido Sul-Norte



Fonte: autor

Na figura 55, observa-se o acúmulo de sujeira na fita de Neoprene e na ligação entre o berço de apoio e a fita. Vê-se também vegetações na junta, causado pelo acúmulo de água.

De modo geral, avalia-se com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. É classificada com nota 4 para parâmetros funcionais, pois não gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar

que se agrave a deterioração. O acúmulo de sujeira também é um ponto muito notável, pelo fato de interromper o escoamento da água, podendo gerar o aparecimento de vegetações e também lixiviação.

4.2.2.3 Terceira Junta

Figura 56 – Segunda faixa da terceira junta de dilatação, sentido Norte-Sul



Fonte: autor

Pode-se observar na figura 56 que a terceira junta foi coberta por uma camada asfáltica, tendo essa, coberto o berço de apoio e partes da fita de Neoprene. Nota-se também acúmulo de sujeira nas frestas da fita.

Figura 57 – Faixa central, sentido Sul-Norte



Fonte: autor

Conforme a figura 57, nota-se que a fita de fechamento está coberta em partes por uma camada asfáltica e em outras por sujeira causada por acúmulo de terra. Observa-se também que o berço de apoio está coberto por uma camada asfáltica e que a ligação do asfalto onde tem o berço de apoio e onde não tem possui uma fissura.

Figura 58 – Segunda faixa, sentido Sul-Norte



Fonte: autor

Na figura 58, nesta parte da junta, nota-se que a fita está bem danificada, a junta está coberta por uma camada asfáltica e por sujeira. Observa-se uma fissura no asfalto onde o berço de apoio se encontra com a pavimentação.

Figura 59 – Áreas de pedestre



Fonte: autor

Nota-se na figura 59 que em ambos os lados há muita sujeira obstruindo a junta entre o guarda rodas e o meio fio. Pode-se observar também algumas vegetações na junta, seja ela na fita de Neoprene como também entre o berço de apoio e a camada asfáltica.

De acordo com as condições encontradas na terceira junta, avalia-se com nota 5 para parâmetros estruturais, pois mesmo estando parcialmente obstruída, não causa restrições à movimentação dos tabuleiros. E classificada com nota 4 para parâmetros funcionais, pois não gera desconforto aos usuários. É necessário fazer uma intervenção para manutenção corretiva no berço de apoio e na fita de Neoprene para evitar que se agrave a deterioração, pois a fita de fechamento em Neoprene encontra-se danificada e coberta por sujeira e asfalto. Essa avaliação também se dá pelo berço de apoio estar coberto por uma camada asfáltica, dificultando a visualização da situação real.

4.3 JUNTAS QUE PRECISAM DE INTERVENÇÃO IMEDIATA

Conforme juntas analisadas, listou-se as que precisam de intervenção imediata. O critério de decisão foi o grau de deterioração do berço de apoio e da fita de Neoprene. A ponte FHC é a única com necessidade de intervenção imediata pois apresenta piores estados de conservação, nos quais podem gerar danos à estrutura, caso não sejam executadas as devidas manutenções corretivas.

Ordem Prioritária de Intervenção	Atribuição de nota para Parâmetros	
	Estruturais	Funcionais
1. Junta 1	4	3
2. Junta 20	4	3
3. Junta 19	4	3
4. Junta 2	4	3
5. Junta 3	4	3
6. Junta 18	4	3
7. Junta 7	5	3
8. Junta 5	5	3
9. Junta 4	5	3
10. Junta 6	5	3
11. Junta 8	5	3
12. Junta 9	5	3
13. Junta 12	5	3
14. Junta 13	5	3

5 CONCLUSÃO

Em entrevista com funcionários dos órgãos responsáveis pelas pontes, informaram que ambas não passaram por processo de manutenção preventiva ou corretiva desde suas inaugurações. Pode-se perceber que todas as juntas analisadas precisam ser limpas, pois há acúmulo de sujeira principalmente nos acostamentos e nas passagens de pedestres podendo ocasionar o acúmulo de água e também causar restrição as movimentações de dilatação. A restrição à movimentação quando grave, pode causar sérios danos estruturais, começando por fissuras nas vigas e lajes.

As fissuras no berço de apoio devem ser evitadas e quando não conseguido, deve-se tratar o quanto antes, pois elas podem evoluir e causar destacamentos no concreto. As fissuras causam uma diminuição da estanqueidade, perda da funcionalidade, durabilidade e do bom aspecto visual. Quando destacado, além de causar incômodo aos usuários, facilita a entrada de sujeira, causa o desalinhamento e até mesmo o rompimento da fita de fechamento, neste caso fita de Neoprene. Quando o destacamento do berço de apoio está localizado na ligação com o asfalto, pode gerar desgaste na camada asfáltica e causar os comuns “buracos” no perímetro de tráfego.

A fita de fechamento é feita de Neoprene pois ele apresenta um balanço único de propriedades dentre os elastômeros sintéticos. Dessa maneira, o Neoprene apresenta boas resistências mecânica, ao envelhecimento e a químicos; alta resistência a ozônio e intempéries climáticas, moderada resistência a óleos e combustíveis e adesão a muitos substratos. Porém, com a falta de manutenção as fitas foram ficando danificadas e em algumas juntas até se romperam.

Com o rompimento das fitas, as juntas ficam descobertas facilitando o acúmulo de sujeira. Essa sujeira pode causar o entupimento da junta dificultando a passagem da água e podendo impedir a movimentação das juntas. O rompimento das fitas também pode agravar o desgaste do berço de apoio pois sem a fita é gerado um pequeno degrau na junta, causando abrasão pelo atrito do pneu dos carros com o concreto do berço de apoio. A abrasão é a perda de material pela passagem de partículas rígidas sobre uma superfície, essa perda fragiliza o berço de apoio deixando suscetível à fissuração e destacamentos.

Conforme dito anteriormente, as pontes têm apenas dois anos de diferença, apesar disto, as juntas da FHC apresentam maior índice de deterioração. Por essa razão, ela já apresenta necessidade de intervenção corretiva imediata, diferente da ponte sobre o Ribeirão Taquaruçu

Grande que mesmo necessitando de algumas correções, não se classifica como grave. Como visto, as juntas 1, 20, 19 e 2 são as mais prejudicadas.

A correção das juntas da FHC consistirá em limpeza de todas as juntas, em alguns casos referentes a fissuras pode ser feito o enchimento com material epóxi, pois as fissuras são passivas. Já nas partes destacadas, quando possível fazer o preenchimento com Graute, devido ao ganho de resistência em pouco tempo. Será necessário também trocar as fitas rompidas ou danificadas.

Referente a intervenção corretiva da ponte Ribeirão Taquaruçu Grande, consistirá em limpeza das juntas, preenchimento das fissuras com epóxi e trocar as fitas danificadas. A manutenção desta ponte é mais rápida e fácil, pois ela possui poucas juntas e está menos deteriorada. Mas vale ressaltar que é necessário a manutenção desde já, para evitar que a deterioração se agrave e que fique mais caro o processo de manutenção.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Tibério. Tópicos sobre durabilidade do concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **CONCRETO: ENSINO, PESQUISA E REALIZAÇÕES**. São Paulo: IBRACON, v. 1, p. 753-792, 2005.

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. Patologia das Estruturas. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **CONCRETO: ENSINO, PESQUISA E REALIZAÇÕES**. São Paulo: IBRACON, v. 2, p. 953-983, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7188**: Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452**: Vistoria de pontes e viadutos de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

AVILA, Matheus Almeida. **JUNTA de dilatação: o que é? Tipos? Como usar?** ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO 19/03/2020. Disponível em: <<https://www.totalconstrucao.com.br/junta-de-dilatacao/>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BALTIMORE, Maryland. Integral Abutment and Jointless Bridges. Fhwa conference, 2005. 132-147 p.

BASTOS, Camila Raia Santos, et al. **ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES E VIADUTOS DE CONCRETO ARMADO NA CIDADE DE CUIABÁ-MT**. 2017. Artigo – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Mato Grosso, 2017. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/27650>>. Acesso em: 10 mai. 2020.

BASTOS, Herik César do Nascimento. **PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO DE PONTES E VIADUTOS: MANUSEIO E MANUTENÇÃO DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**. 2017. Artigo (Graduação) - Curso de Engenharia Civil da Faculdade Vértice - Univértix, Matipó - MG, 2017. Disponível em:
<<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/5026>>. Acesso em: 09 mai. 2020.

CAMPOS, Isabella Maria de. **ESTUDO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO EM PONTES E VIADUTOS, E SUAS MELHORIAS NA APLICAÇÃO E USO**. São Paulo: Centro Universitário Fei, 2016. 1 p. Disponível em:
<<https://fei.edu.br/sites/sicfei/2016/Civil/ESTUDO%20DE%20JUNTAS%20DE%20DILATA%C3%87%C3%83O%20EM%20PONTES%20E%20VIADUTOS,%20E%20SUAS%20MELHORIAS%20NA%20APLICA%C3%87%C3%83O%20E%20USO.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - Norma DNIT 092. **Juntas de dilatação – Especificação de Serviço**, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - Norma DNIT 010. **Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - Procedimento**, 2004.

GIOVANNETTI, Ana Carolina Virmond Portela. **AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE PONTES – ESTUDO DE CASO**. 2014. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC), Florianópolis, 2014. Disponível em:
<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/129436/328510.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 mai. 2020.

IPR/DNIT, Instituto de Pesquisas Rodoviárias/Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **MANUAL DE RECUPERAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS RODOVIÁRIOS**. (IPR. Publ., 744) Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:

<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/744_manual_recuperacao_pontes_viadutos.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2020.

JUNTAS de dilatação em pontes e viadutos. Disponível em: <<http://www.uniontech.com.br/juntas-dilatacao-pontes-e-viadutos>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

LANER, Felice José. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS VIADUTOS, PONTES E PASSARELAS DO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE**. 2001. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/2475>>. Acesso em: 09 mai. 2020.

LAPA, José Silva. **PATOLOGIA, RECUPERAÇÃO E REPARO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**. 2008. 56 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/patologia-e-rec-de-estrutura/patologia-e-recuperacao-de-estrutura-monografia>>. Acesso em: 11 maio 2020.

MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias. **CORROSÃO DO CONCRETO É CAUSADA POR UMIDADE E GASES NOCIVOS**: Qualidade da concretagem da estrutura e proteção à superfície aplicada podem prevenir o problema. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos/6412>>. Acesso em: 09 mai. 2020.

MEIRA, Gibson Rocha. **CORROSÃO DE ARMADURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO: FUNDAMENTOS, DIAGNÓSTICO E PREVENÇÃO**. 2017. Livro – João Pessoa: IFPB, 2017. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/280316499_Corrosao_de_Armadura_em_Estruturas_de_Concreto_Armado_devido_ao_Ataque_de_Ions_Cloreto>. Acesso em: 09 mai. 2020.

MITRE, Marcos Pedrosa. **METODOLOGIA PARA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE PONTES E VIADUTOS DE CONCRETO**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia. São Paulo, 2005. Disponível em:

<http://phd.eng.br/wp-content/uploads/2017/04/Mestrado_MarcosMitre.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.

OESTERLE, Ralph G.; TABATABAI, Habib. Design Considerations for Integral Abutment/ Jointless Bridges in the USA. Civil and Environmental Engineering, 2014. 65 p.

PACHECO, P. Á. (2002). **PROJECTO DE ESTRUTURAS ESPECIAIS DE BETÃO**. (Apontamentos de Mestrado em Estruturas para o módulo "Juntas de Dilatação"). Porto: FEUP.

Reis Freitas, A. (2006). **Degradação de policloropreno por processo Foto-Fenton**. Mestre. Universidade Estadual de Maringá. p. 10.

SANTOS, Camila Freitas dos. **PATOLOGIA DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**. 2014. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em:

<http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_CAMILA%20FREITAS%20DOS%20SANTOS.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

SILVA, Diego Maia da et al. **PATOLOGIAS EM OBRAS DE ARTE**. 2018. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2018. Disponível em:

<<http://rangellage.com.br/wp-content/uploads/2019/06/TCC-Patologias-em-Obras-de-Arte-5d0cf1b015d71.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

SIQUEIRA, Carlos Henrique. **JUNTAS DE DILATAÇÃO AJUDAM A EVITAR FADIGA ESTRUTURAL DE PONTES E VIADUTOS**: Solução cumpre importante função em obras de arte, mas exige atenção do especificador. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/juntas-de-dilatacao-ajudam-a-evitar-fadiga-estrutural-de-pontes-e-viadutos/14462>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

SOARES, Advanaldo de Souza. **IDENTIFICAÇÃO DOS MECANISMOS DE DETERIORAÇÃO DAS PONTES DE CONCRETO ARMADO NA REGIÃO DO CURIMATAÚ ORIENTAL PARAIBANO: ESTUDO DE CASO**. 2015. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde – CCTS, Universidade Estadual da Paraíba Campus VIII, Araruna, 2015.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

TAKEYA, Mounir Khalil El Debs Toshiaki. **INTRODUÇÃO ÀS PONTES DE CONCRETO**. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Engenharia de Estruturas – São Carlos, 2007. Disponível em: <<https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/pontes/Apost.%20Pontes%20-%20Mounir-Takeya.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

TEJEDOR, C. M. **Patologias, Recuperação e Reforço com Protensão Externa em Estruturas de Pontes**. 2013. 129p. Projeto de Graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

UNIONTECH - JUNTAS DE DILATAÇÃO (comp.). **JUNTAS DE DILATAÇÃO EM PONTES E VIADUTOS**. Disponível em: <<http://www.juntasdedilatacao.com.br/juntas-dilatacao-pontes-e-viadutos>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

VASCONCELOS, Flávio de Oliveira. **ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS EM PONTES DE CONCRETO ARMADO – ESTUDO DE CASO.**

2018. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2018. Disponível em:

<<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/3747/1/An%C3%A1lise%20das%20manifesta%C3%A7%C3%B5es%20patol%C3%B3gicas%20em%20pontes%20de%20concreto%20armado%3A%20estudo%20de%20caso.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2020.

