



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Antônio Paulo Alves Carmo Santos

ESTUDO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO EM LAJES DE PONTES EM CONCRETO
ARMADO: CASO DA PONTE FERNANDO HENRIQUE CARDOSO/TO.

Palmas – TO

2016/2

Antônio Paulo Alves Carmo Santos

ESTUDO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO EM LAJES DE PONTES EM CONCRETO
ARMADO: CASO DA PONTE FERNANDO HENRIQUE CARDOSO/TO.

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Professor Especialista Daniel Iglesias de Carvalho.

Palmas – TO

2016/2

Antônio Paulo Alves Carmo Santos
ESTUDO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO EM LAJES DE PONTES EM CONCRETO
ARMADO: CASO DA PONTE FERNANDO HENRIQUE CARDOSO/TO

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Professor Especialista Daniel Iglesias de Carvalho.

Aprovada em de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Especialista Daniel Iglesias de Carvalho
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof.^a Mestre Elizabeth Hernández Zubeldia
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Especialista Rafael Alves Amorim.
Centro Universitário Luterano de Palmas

RESUMO

O trabalho baseia-se em um estudo de tipologia e características das juntas de dilatação mais preponderantes no mercado, com enfoque nas juntas da Ponte Fernando Henrique Cardoso, que é formada por três pontes, duas de 84 metros e uma de 1044 metros de extensão.

Na ponte maior contêm vinte juntas de dilatação sendo que existem duas tipologias, Junta JEENE, que é a Junta Elástica Expansível Nucleada Estrutural, e a Junta MEPEL J-200, que é uma Junta de Elastômero Armado Composta. A ponte possui 24 juntas de dilatação, sendo, quatro Juntas Abertas localizadas nas extremidades dos dois vazantes.

Existem duas juntas MEPEL J-200 na ponte mais extensa, elas estão localizadas no centro da ponte que tem forma arqueada e os vãos maiores. Nelas foram encontradas apenas algumas patologias e deteriorações, como o desprendimento da proteção dos parafusos, e um início desagregação da argamassa polimérica nas bordas da junta.

Na ponte também foram quantificadas dezoito juntas JEENE, distribuídas sequencialmente em toda extensão da ponte, com exceção do centro, que contém duas juntas MEPEL. As juntas JEENE são as que apresentam estados mais avançados de deterioração, as das extremidades estão cobertas por betume asfáltico, o restante está exposta, como deve ser.

O restante das juntas apresenta-se em estados de deterioração diferentes, algumas têm danos severos e outras mais leves. Algumas juntas apresentam deslocamento da argamassa polimérica, desagregação, também foram verificadas juntas sem alinhamento no seu eixo, que apresentaram rompimento da estrutura, tanto dos lábios poliméricos, quanto dos perfis de elastômero.

As juntas também continham grande acúmulo de detritos, o que limita sua movimentação e prejudica a estanqueidade da junta, o que desencadeia diversas consequências relacionadas à umidade. As juntas JENNE no geral precisam de reparos ou substituição das peças.

ABSTRACT

The work is based on a study of the typology and characteristics of the most prevalent expansion joints in the market, focusing on the joints of the Fernando Henrique Cardoso Bridge, which is formed by three bridges, two of 84 meters and one of 1044 meters in length.

In the larger bridge, there are twenty expansion joints, and there are two types, Junta JEENE, which is the Structural Nuclear Expansible Elastic Joint, and the Joint MEPEL J-200, which is a Composite Armed Elastomer Joint. The bridge has 24 expansion joints, four open joints located at the ends of the two drains.

There are two MEPEL J-200 gaskets on the longer bridge, they are located in the center of the bridge that has arched shape and the larger spans. There were found only some pathologies and deteriorations, such as the detachment of the screw protection, and an initial disintegration of the polymer mortar at the edges of the joint.

In the bridge, eighteen JEENE joints, sequentially distributed along the entire length of the bridge, were also quantified, except for the center, which contains two MEPEL joints. The JEENE joints are those that present more advanced states of deterioration, those of the ends are covered by asphalt bitumen, the rest is exposed, as it should be.

The remainder of the joints present in different states of deterioration, some of them have severe damage and others are lighter. Some joints have displacement of the polymer mortar, disintegration, were also verified together without alignment in its axis, which showed a rupture of the structure, both of the polymeric lips, and of the elastomer profiles.

The joints also contained a large accumulation of debris, which limits its movement and impairs the sealing of the joint, which triggers several consequences related to humidity. JENNE joints in general need repairs or replacement parts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Movimentação horizontal resultantes de mudanças de temperatura e efeitos de fluência e retração.	19
Figura 2 - Movimentação vertical e rotação causada pela fundação da estrutura.....	19
Figura 3 - Rotação causada pelas cargas dinâmicas.	20
Figura 4 - Rotação causada pela diferença de temperatura.....	20
Figura 5 - Juntas Abertas	21
Figura 6 - Juntas ocultas sobre pavimento contínuo	22
Figura 7- Junta de betume modificado	23
Figura 8 - Junta selada com material elástico.	25
Figura 9 - Juntas em Perfil de Elastómero Comprimido.	26
Figura 10 - Junta com Bandas de elastómeros entre perfis metálicos.	27
Figura 11 - Juntas de placas deslizantes sem dentes (à esquerda), dentadas (à direita).	29
Figura 12 - Placas metálicas deslizantes	29
Figura 13 - Juntas de elastómero armado.....	30
Figura 14 Junta dentada retangular com calha.	32
Figura 15 - Juntas de elastómero armado compostas.	33
Figura 16 - Estrutura da Junta de Elastómero Armado.	33
Figura 17 - Medidas COMPOSAM.	34
Figura 18 - Catálogo de Medidas COMPOSAN.	34
Figura 19 - Juntas de placas deslizantes com roletes.....	35
Figura 20 - Junta modular expansível com elemento expansível.....	36
Figura 21 Junta JEENE.....	38
Figura 22 - Junta JEENE.....	38
Figura 23 - Movimentos mecânicos de Juntas JEENE.....	39
Figura 24 - Perfis e movimentações máximas de juntas JEENE(mm).	40
Figura 25 - Classes de resistência de concretos estruturais.	43
Figura 26 - Ponte ou viaduto reto ortogonal.	47
Figura 27 - Ponte ou viaduto reto esconso.....	47
Figura 28 - Ponte ou viaduto curvo.	47

Figura 29 - Ponte ou viaduto reto horizontal (esquerda), e em rampa (direita).	48
Figura 30 - Ponte ou viaduto em curva convexa (esquerda) e cônica (direita).....	48
Figura 31 - Sistema de drenagem fluvial.	49
Figura 32 - Localização das pontes que compõem a Ponte FHC.	52
Figura 33 - Junta sob Pavimento Asfáltico na rodovia a esquerda; Junta Aberta no passeio, a direita.	55
Figura 34 - Imagem do Vazante dois.	56
Figura 35 - Croqui com localização das juntas de dilatação da Ponte FHC.	58
Figura 36 - Croqui com zoom da Ponte FHC.	59
Figura 37- Juntaflex MEPEL J-200 da ponte FHC ou Ponte da Integração e da Amizade, junta 13.....	60
Figura 38 - Juntaflex MEPEL J-200, junta 10.	62
Figura 39 - Juntaflex J-200 de número 10 da Ponte FHC.	62
Figura 40 - Junta JEENE número 1, coberta com emulsão asfáltica à esquerda e descoberta no passeio, à direita.	63
Figura 41 - Junta JEENE número 22 à esquerda, medição com escalímetro à direita.	64
Figura 42 - Juntas quatro, à esquerda e dois à direita.	66
Figura 43 - Junta JEENE número 8 esquerda, ampliada a direita.....	67
Figura 44 – Junta JEENE número 9 à esquerda e 14 à direita.	68
Figura 45 - Juntas JEENE número 16 à esquerda, ampliada a direita.....	69
Figura 46 - Juntas JEENE número 18 à esquerda e 19 à direita.	70
Figura 47 - Junta JEENE número 3 à esquerda, ampliada a direita.....	71
Figura 48 - Juntas JEENE número 15 à esquerda e 21 à direita.	73
Figura 49 - Junta JEENE número 22.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classes de agressividade ambiental.	42
Tabela 2 Valores característicos superiores da deformação específica de retração e do coeficiente de fluência.	46
Tabela 3 - Tabela de Manutenção Preventiva de Juntas JEENE JJ 3550 VV.....	75
Tabela 4 - Tabela de Manutenção Corretiva da Junta JEENE JJ 3550 VV.....	77
Tabela 5 - Tabela de Manutenção Preventiva da Junta de Elastômero Armado MEPEL J-200.	78
Tabela 6 - Tabela de Manutenção Corretiva das Juntas de Elastômero Armado MEPEL J-200.	80
Tabela 7 - Métodos de Manutenção Preventiva para Juntas de Dilatação do tipo Abertas.	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- FHC – Fernando Henrique Cardoso
- TO – Tocantins
- NBR – Norma Brasileira
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- DER-SP – Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo
- BD – Norma internacional - *Design Manual for roads and bridges*
- p.- Páginas
- JEENE – Juntas Elásticas Expansíveis Nucleadas Estruturais

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES DE MEDIDA

- mm - Milímetro
- cm - Centímetro
- m - Metro
- °C - Graus Celsius
- % - Percentagem
- E_{ci} – Módulo de Elasticidade ou Módulo de Deformação Tangente Inicial do Concreto, referindo-se sempre ao módulo cordal a 30% f_c
- Mpa - Megapascal
- f_{ck} - Resistência Característica do Concreto à Compressão
- E_{cs} - Módulo de Elasticidade Secante do Concreto, também denominado Modulo de Deformação Secante do Concreto
- $\phi(t^\infty, t_0)$ - Coeficiente de Fluência do Concreto
- $\epsilon_{cs}(t^\infty, t_0)$ - Coeficiente de Retração do Concreto
- f_c - Resistencia a Compressão do Concreto
- $2A_c/u$ – Espessura Fictícia

SUMÁRIO

RESUMO	3
ABSTRACT	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES DE MEDIDA	9
SUMÁRIO	10
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 <i>Problema de Pesquisa</i>	13
1.2 <i>Objetivos</i>	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 <i>Justificativa</i>	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 <i>Juntas de Dilatação</i>	16
2.1.1 Caracterização da Tipologia	21
2.2 <i>Concreto armado em pontes rodoviárias</i>	40
2.2.1 Referências para durabilidade das estruturas de concreto	40
2.2.2 Propriedades do concreto	42
2.2.3 Fluência e retração	45
2.3 <i>Pontes</i>	46
3 METODOLOGIA	50
3.1 <i>Estudo Bibliográfico</i>	50
3.2 <i>Imagens e Tabelas de descrição das juntas</i>	50
3.3 <i>Visita técnica a Ponte Fernando Henrique Cardoso/TO (Ponte da Amizade e da Integração)</i>	51
3.4 <i>Análise da situação atual das Juntas de Dilatação da Ponte “FHC”</i>	53
3.5 <i>Demonstração, por meio de Croqui de Detalhamento da Alocação das Juntas de Dilatação existentes na Ponte FHC</i>	53
3.6 <i>Roteiro de Manutenção e Inspeção</i>	54

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1	<i>Localização e Tipologia das Juntas de Dilatação da Ponte FHC.</i>	55
4.2	<i>Imagens de descrição das juntas</i>	59
4.2.1	Juntaflex MEPEL J-200	60
4.2.2	Juntas JEENE JJ 3550 VV.....	63
4.2.3	Roteiro de manutenção preventiva e corretiva.....	74
5	CONCLUSÃO	85
	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	87
6	REFERÊNCIAS.....	88
7	ANEXOS	92

1 INTRODUÇÃO

Junta de Dilatação é um elemento presente na grande maioria das pontes e viadutos, e este, que é objeto de estudo nesse trabalho, está diretamente ligado aos fatores determinantes no bom funcionamento da obra. Para FERREIRA (2013) as juntas são elementos construtivos utilizados basicamente para possibilitar a movimentação de duas estruturas contíguas, estes movimentos são geralmente ocasionados pela variação de temperatura e intempéries. As juntas também comportam movimentações de retração e fluência do concreto, elas absorvem esses deslocamentos indesejáveis que poderiam causar danos na estrutura.

Materiais que possibilitam a movimentação e acomodação de elementos estruturais são variados, assim, é necessário um estudo para especificação das juntas que serão utilizadas em uma obra de arte, pois as variedades e tipologias das juntas são vastas. Tendo sabido a tipologia e método construtivo da junta de dilatação, deve-se atentar a implantação, pois com grandes volumes de concretagem e dependendo também do método construtivo da obra de arte, faz-se necessário a implantação das juntas de dilatação.

De acordo com Siqueira (2011), os espaços que ficam entre estruturas contíguas são chamados de fendas de dilatação, a junta é o material/elemento construtivo, utilizado para vedar a fenda, este material deve ter características plásticas ou que possibilitem a movimentação da estrutura, também deve garantir a estanqueidade na fenda, para que não passe água ou detritos que possam prejudicar a estrutura.

O trabalho expõe um estudo sobre instalação, variedades, manutenção e inspeção das juntas de dilatação em lajes de pontes em concreto armado, elaborando-se um estudo de caso na ponte FHC (Ponte da Amizade e da Integração), ponte que faz ligação entre Palmas e Porto Nacional no Tocantins, observando se houve algum impacto negativo no que tange às juntas, e quais elementos construtivos de juntas de dilatação foram utilizados na mesma.

1.1 Problema de Pesquisa

Qual a situação, tipologia, e características das juntas de dilatação nas lajes de pontes em concreto armado que foram utilizadas na ponte Fernando Henrique Cardoso/TO?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar estudo de caso na Ponte Fernando Henrique Cardoso verificando o funcionamento, situação, tipologia, características e métodos de manutenção e inspeção nas juntas de dilatação.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudar os tipos de Juntas de Dilatação, suas características e métodos de execução, fazendo um levantamento bibliográfico sobre a tipologia das juntas.
- Analisar, *in loco*, as características e variedades das Juntas de Dilatação utilizadas na Ponte Fernando Henrique Cardoso/TO.
- Determinar se o estado e funcionamento das juntas de dilatação utilizadas na Ponte Fernando Henrique Cardoso atendem as necessidades atuais.
- Aplicar Roteiro mostrando os métodos mais indicados para manutenção preventiva e corretiva, das Juntas de Dilatação da Ponte Fernando Henrique Cardoso/TO.

1.3 Justificativa

O estudo de Juntas de Dilatação tem sido difundido no mundo há muito tempo, mas tem sido aprimorado cada vez mais como o passar do tempo, assim, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas a fim de otimizar o trabalho exercido pela Junta de Dilatação.

É sabido que na execução de pontes e viadutos, majoritariamente, faz-se o uso de Juntas para garantir a movimentação estrutural, e é de suma importância o bom funcionamento da junta, por isso é aconselhável manutenção periódica e a correta instalação das juntas.

O tema Juntas de Dilatação, por contemplar várias tipologias, tem bastante abrangência e áreas para estudo, dando suporte bibliográfico de pesquisa técnica e teórica, isso possibilita ao acadêmico um trabalho mais aprofundado e detalhado do caso. O trabalho explora uma área de grande potencial para o desenvolvimento acadêmico do estudante de engenharia, visto que é possível dar continuidade ao estudo com mais detalhamento e enfoque, em trabalhos de pós-graduação, mestrado, e doutorado, o que gera maior qualidade profissional e acadêmica e ajuda no desenvolvimento de novas tecnologias.

É também necessário um maior grau de observância nas características e funcionamento das juntas, o que é proposto no trabalho. Segundo Siqueira (2011), sabe-se que os gastos com manutenção, instalação e até troca das juntas é elevado, cerca de 1% do custo da obra. O trabalho proporciona maior conhecimento de juntas de dilatação, e é interessante que estes conhecimentos sejam colocados em prática por governos e companhias que cuidam da manutenção de pontes, concomitantemente de suas juntas.

Se a tipologia da junta de dilatação for adequada, a instalação correta e for realizada inspeção periódica, o resultado será a minimização dos serviços com manutenção e reparos, além de proporcionar um melhor conforto acústico ao condutor do veículo que passa pela junta de dilatação, pois se estiver desnivelada ou avariada acaba produzindo ruídos abafados e/ou metálicos, que são desconfortáveis ao condutor.

Observa-se também que a junta de dilatação não é um tema tão abordado no curso de graduação em Engenharia Civil. O estudo de juntas é mostrado de forma

superficial abrangendo uma variedade de juntas, sem dar enfoque em nenhuma especificamente.

A importância da junta de dilatação em lajes de ponte de concreto armado no curso de engenharia é bastante relevante, é presente na construção civil no Brasil, e a grande maioria das pontes é executada em concreto, tornando necessário um conhecimento profundo em juntas, para assim propiciar aos engenheiros projetistas um maior domínio no assunto, assim como assegurar aos clientes um projeto com mais qualidade e desempenho. Neste quesito, o trabalho exposto torna-se de grande relevância aos acadêmicos de engenharia civil, pois expõem tipologias, métodos de execução e manutenção das juntas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Juntas de Dilatação

As Juntas, na Engenharia Civil, abrangem uma variedade de tipologias com especificidades. Segundo NBR 13754 (1996), existem as Juntas Estruturais, Juntas de Dessolidarização, Juntas de Assentamento e Juntas de Movimentação, o objetivo do trabalho é abordar com detalhes Juntas de Dilatações Estruturais, com enfoque nas juntas das lajes de pontes executadas em concreto armado. Será feita também uma averiguação na ponte Fernando Henrique Cardoso a fim de classificar as Juntas utilizadas e verificar se atendem as condições atuais.

Segundo o DNIT (2006), juntas de dilatação são intervalos abertos entre trechos da superestrutura, ou entre a superestrutura e os encontros. Existem duas categorias principais das juntas, as abertas, que não tem preenchimento, e as juntas fechadas, elas devem garantir a movimentação estrutural provocada pela variação térmica, retração e fluência do concreto.

As abertas não possuem preenchimento, permitindo que água e detritos escoem, elas são executadas em concreto armado e podem ser protegidas por cantoneiras metálicas, de acordo com o DNIT (2006), deve-se também se atentar a manutenção, pois essa categoria de junta está mais sujeita a deformações e danos provocados pelo impacto das rodas dos veículos quando batem nos cantos das juntas, podendo reduzir a vida útil da peça.

A recuperação das juntas sem cantoneira deve ser feita com argamassa polimérica de alta resistência, já as que possuem cantoneira, deve ser feita com a troca das peças metálicas, pois geralmente estão empenadas, corroídas e com os parafusos de fixação soltos. Nos dois modelos o tráfego deve ser interrompido durante a recuperação, obedecendo sempre o tempo de cura do novo concreto.

Nas Juntas Fechadas, há um material que preenche a fenda de dilatação. Há uma grande variedade de materiais, formas e técnicas utilizadas nesse tipo de junta, e cada vez mais esse conhecimento tem sido aprimorado e surgindo novos tipos e materiais. Segundo a Sotecnisol (2016), as juntas de dilatação se diferenciam pela amplitude de movimento e pelo tratamento que recebem para fechá-las, observando a amplitude de movimentação.

Um dos materiais mais utilizados em juntas de dilatação é o Elastômero, de acordo com Nascimento, Gomes, Duarte, Luiz e Carvalho Filho, (2011), este material é um polímero com características muito elásticas, podendo recuperar sua forma depois de deformado.

Segundo Nascimento et al. (2011), para que a junta vedada funcione o elastômero deverá deformar de acordo com os movimentos de abertura e fechamento da junta comportando-se de maneira elástica e plástica.

As fendas estão intensamente sujeitas a grandes solicitações e devem garantir as movimentações necessárias sem danos no concreto, elas recebem também exposição a soluções químicas, poluição e intemperismo, seus materiais devem garantir igualmente a integridade da junta.

Devem estruturas estanques, com o abaulamento, garantir o não acúmulo de água e detritos, demandam ainda um tipo de vedação que varia conforme a tipologia da junta. As juntas têm o dever de absorver os as movimentações horizontais e verticais, não podendo haver desníveis.

Ainda, de acordo com Druzian (2011), as juntas devem ser inspecionadas rotineiramente, anotando-se seu tipo, sua integridade e capacidade de vedação, e se está funcionando livremente não sendo prejudicada por acúmulo de detritos. Deve-se ser feita a tomada de medidas de suas aberturas, simultaneamente com o registro da temperatura ambiente.

De acordo com o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2004), a junta e a rodovia devem ter integrado um sistema de drenagem, com a finalidade de remover rapidamente as águas pluviais do estrado, evitando acidentes de tráfego e as danosas consequências da permanência dela.

A junta não deve reproduzir nenhum tipo de ruído no momento da passagem de veículos, os ruídos poder ter um som metálico ou abafado, que são perceptíveis ao passageiro e podem atrapalhar na hora da direção, para isso é necessário que se faça a inspeção auditiva, que é realizada “*in loco*” não interrompendo o tráfego de veículos.

Ferreira (2013), lista em tópicos algumas informações que um projeto de junta de dilatação deve trazer implementado:

- Materiais a serem utilizados;

- Plantas de detalhes específicos;
- Especificação e localização das juntas;
- Definição das dimensões das juntas (largura, profundidade, e detalhes geométricos);
- Definição dos trabalhos a realizar;
- Mapa de trabalhos e materiais a aplicar;
- Previsão de eventuais proteções ou acabamentos

A ABECE (2006), fala que para elaborar um projeto e fazer a escolha das juntas de dilatação, é ter conhecimento da concepção estrutural, dos materiais que são utilizados, o módulo de elasticidade ou módulo de deformação que será utilizado para a determinação das deformações esperadas na estrutura, ações externas aplicadas na estrutura e seus coeficientes de segurança e temperatura.

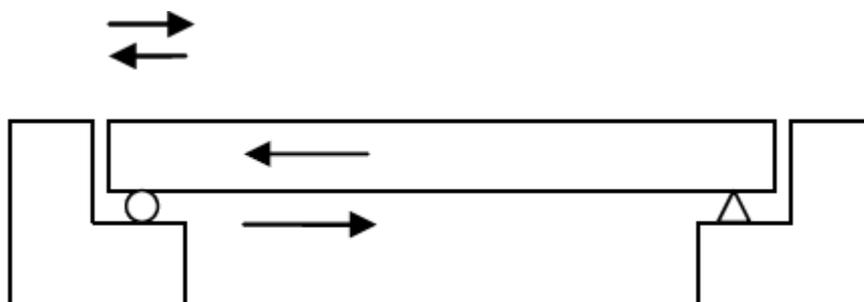
Segundo PET Engenharia Civil UFJF (2012), ao estudar a instalação e a forma das juntas deve-se considerar detalhadamente diversas influências externas que podem influenciar no comportamento das juntas, tais como, contração devido à cura do concreto, movimentos devido à umidade, movimento térmico, recalque na estrutura, forças lineares e a fixação dos elementos construtivos na estrutura.

Determinados fatores colaboram na escolha da junta e dos materiais que a compõe, o DER-SP (2006), expõe que a escolha da junta deve estar sempre condicionada à expectativa de abertura máxima e mínima da junta, diz ainda que, os dispositivos que a constituem devem possuir:

- Compatibilidade com as variações de temperatura;
- Não oferecer resistência a livre movimentação;
- Ser estanque a percolação das águas pluviais;
- Não provocar perda de uniformidade superficial do pavimento, saliências ou ressaltos;
- Oferecer suficiente resistência à ação abrasiva do tráfego e, portanto, ter vida útil compatível com a vida útil da obra.

Quando as lajes de concreto armado estão sujeitas a influência da temperatura, elas sofrem deformações que se apresentam de formas dissímeis, com isso ocorrem os deslocamentos. Ferreira (2013) traz alguns esquemas de como essas movimentações podem ocorrer:

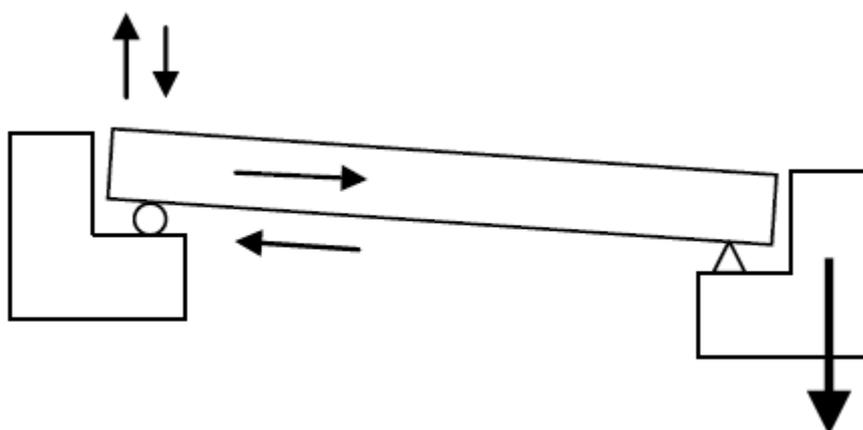
Figura 1 - Movimentação horizontal resultantes de mudanças de temperatura e efeitos de fluência e retração.



Fonte: FERREIRA, 2013, p.66.

A Figura 1 Mostra a movimentação horizontal: pode ocorrer com o resultado das variações de térmicas, fluência e retração.

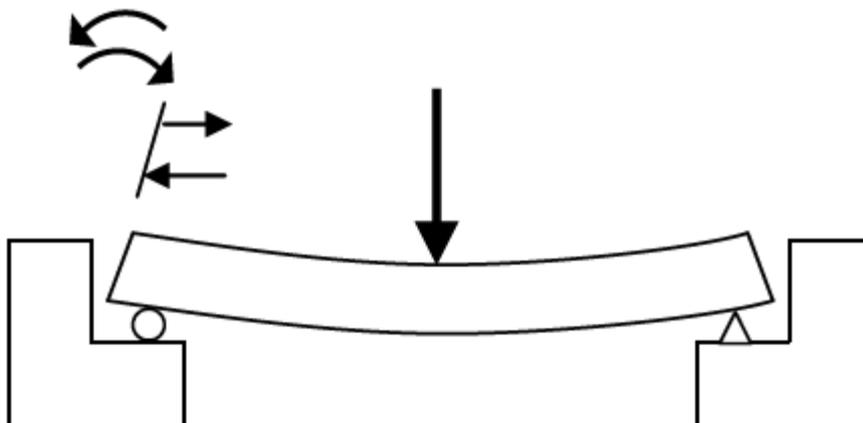
Figura 2 - Movimentação vertical e rotação causada pela fundação da estrutura.



Fonte: FERREIRA, 2013, p. 67.

A Figura 2 demonstra o deslocamento vertical e rotação, eles podem ser oriundos da composição do solo onde está implantada a estrutura, e na fundação.

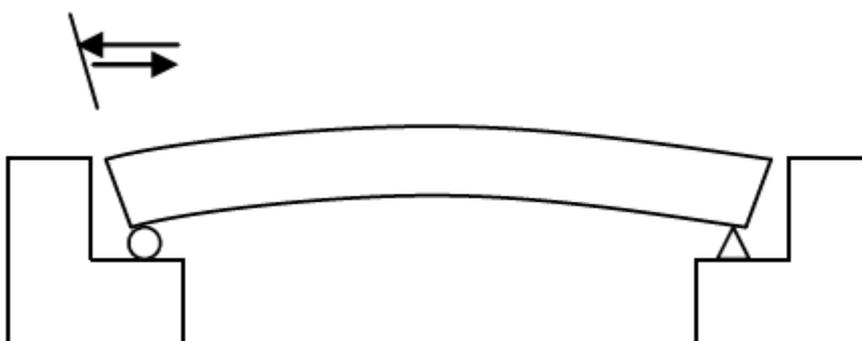
Figura 3 - Rotação causada pelas cargas dinâmicas.



Fonte: FERREIRA, 2013, p. 67.

Na Figura 3, o esquema mostra as flexões provocadas pelas cargas dinâmicas que geram rotação nos apoios.

Figura 4 - Rotação causada pela diferença de temperatura.



Fonte: FERREIRA, 2013, p. 68.

A Figura 4 mostra as deformações de rotação causadas pela diferença de temperatura a que a estrutura está imposta.

Outro fator que colabora com a flexão e causa rotação nos apoios é a diferença de temperatura, mostrado na Figura 4, ela causa movimentos de tração e compressão na laje resultando em uma curvatura na estrutura.

O PET Engenharia Civil UFJF (2012), descreve Junta de Dilatação como uma separação física entre duas partes de uma estrutura, para que estas partes possam se movimentar sem a transmissão de esforços entre elas.

É sabido da grande variedade de juntas de dilatação existentes, disponíveis no mercado, o DNIT (2006), define Junta de Dilatação como:

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. (DNIT, 2006, p. 02)

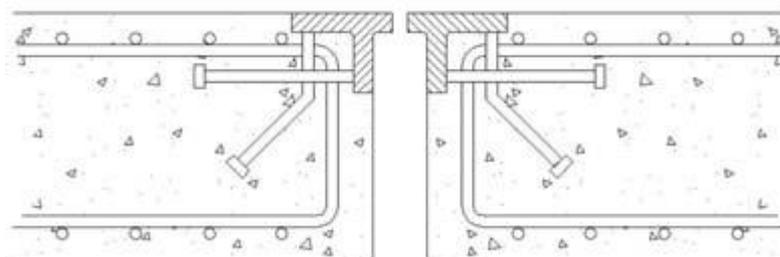
Segundo Lima e Brito (2009) existem referências a uma gama de tipologias das juntas, da mesma forma expõe descrições que remetem a aspectos, composição, materiais, técnicas construtivas e características das juntas.

2.1.1 Caracterização da Tipologia

2.1.1.1 Juntas abertas:

Na Figura 5, observa-se que nas juntas abertas o preenchimento é inexistente, tendo somente o esforço das bordas da estrutura. E de acordo com Lima e Brito (2009), nessa junta é comum a colocação dos guarda-cantos ou cantoneiras metálicas. Uma opção a essas juntas é o preenchimento do vazio de junta com um material deformável, assim como cortiça, uma solução que foi aplicada bastante tempo.

Figura 5 - Juntas Abertas



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

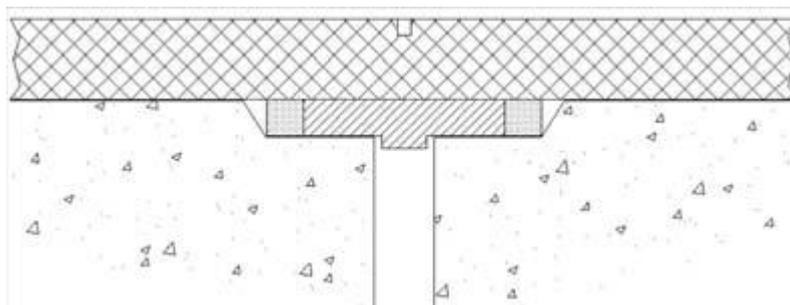
Esta solução tem utilização nas juntas fixas, também em deslocamentos mínimos, incluindo vias e autoestradas de tráfego constante. A norma BD 33/94 fala

que o máximo espaçamento de junta que aceita-se para veículos com motor é de 65 milímetros.

2.1.1.2 Juntas ocultas sobre pavimento contínuo

Ideais para movimentos entre 20 e 30 milímetros, estas juntas são usadas há bastante tempo. De acordo com o artigo classificatório, as juntas mostradas na Figura 6, atualmente estão em desuso, entretanto os fabricantes continuam expondo-as em catálogos.

Figura 6 - Juntas ocultas sobre pavimento contínuo



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

O seu método construtivo consiste na junta ser pavimentada homogeneamente em toda sua zona com soluções betuminosas, o espaço da junta deve ser vedado com um elemento resistente que tenha deformação para acomodar paralelamente, as movimentações da junta. Este elemento é constituído, geralmente, por chapas metálicas, para movimentos de até 10 mm, ou por elastômero para movimentos superiores, pode ficar ou não com nível abaixo à pavimentação. Para diminuir a fissuração, é usual a instalação de uma manta de cobertura geotêxtil no pavimento.

De acordo com Denver Impermeabilizantes (2014), devido ao fato dos pavimentos asfálticos betuminosos não garantirem a estanqueidade necessária, é recomendável a instalação de uma membrana impermeabilizante sobre o concreto submetido a condições de trabalho muito agressivas, adequado para solicitações de contenção de efluentes, abrasão, vapores, e agentes agressivos químicos.

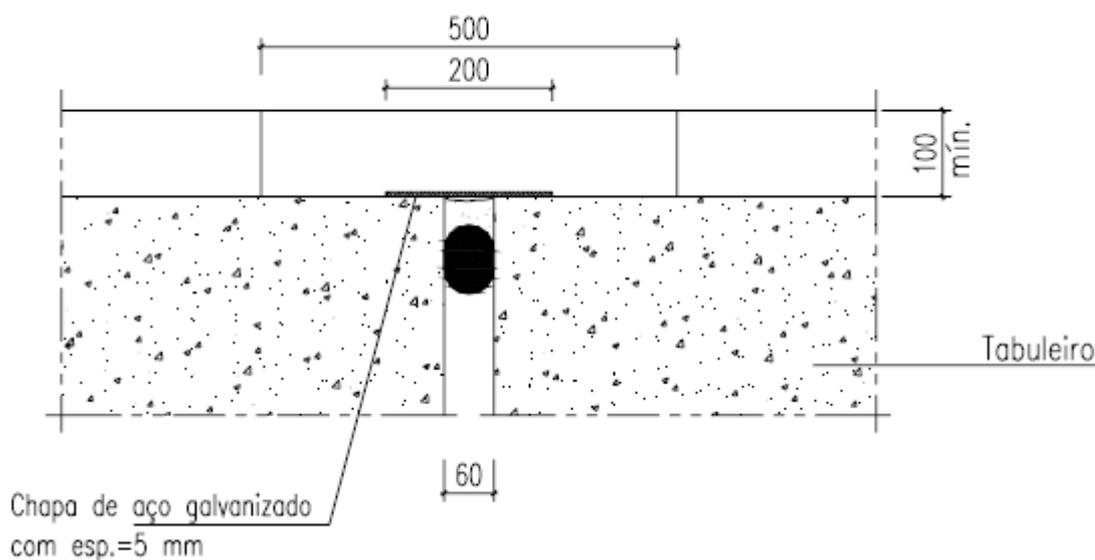
Recomenda ainda um reforço no pavimento, e a espessura deve ter no mínimo 80 mm para proporcionar distribuição uniforme das tensões aplicadas nas juntas de dilatação. Ferreira (2013), ainda mostra algumas especificidades sobre a junta, sendo:

- Amplitude máxima da junta: 30 mm na horizontal e 1,3 mm na vertical.
- Patologias: Deterioração do pavimento; Infiltração de águas.
- Tempo de vida útil: de 10 a 12 anos.
- Período de inspeção: de 6 em 6 anos, após ultrapassado o tempo de vida útil da junta, de 2 em 2 anos.

2.1.1.3 Juntas de betume modificado

A tipologia de junta mostrada na Figura 7 é utilizada desde a década de 70, elas são compostas de betume enriquecido com agregados e elastómeros basálticos ou siliciosos, executados numa solução a quente que é colocada em uma parte do pavimento, executada com antecedência, com dimensões que variam em torno de 300 e 750 mm, como mostra Lima e Brito (2009).

Figura 7- Junta de betume modificado



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

De acordo com Infraestrutura Urbana (2013), um perfil de elastómero é constituído por três elementos principais, câmara elastomérica pré-formada, adesivo epóxico bicomponente e pressurização, nucleação ou vácuo na câmara elastomérica.

Lima e Brito (2009) ainda fala que depois de executada a caixa com as dimensões planeadas, insere-se um cabo com material deformável que trabalha como vedante no espaçamento da junta, a mistura betuminosa encontra-se numa temperatura entre 150 e 190°C. Coloca-se então a chapa metálica sobre a junta para melhor distribuição de tensões, a espessura da junta varia entre 50 e 100 mm, e deve corresponder a cerca de um quinto da largura da caixa. Todo processo é feito em camadas e com compactação adequada, faz-se também uma selagem superficial para garantir resistência contra agentes climático, por vezes é distribuída areia siliciosa de diâmetro máximo de 3 mm a fim de obter uma superfície lisa e textura granitada.

De acordo com Fonseca (2016), a utilização do Betume Modificado com Borracha, teve início nos Estados Unidos a cerca de 30 anos, e surgiu da necessidade de encontrar um produto eficaz no combate a propagação de fissuras.

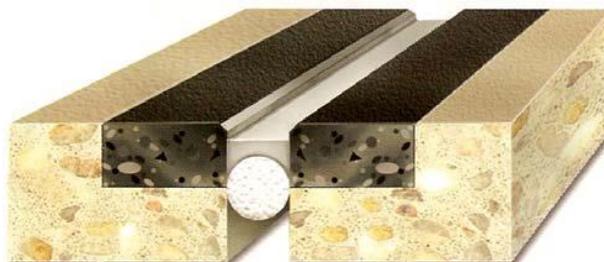
O Betume Modificado com borracha, usual em Portugal, incorpora uma percentagem de granulados de borracha na ordem de 22% sobre o peso total do ligante. Cabe ressaltar que nem todos os betumes base modificados produzem para o mesmo tipo de borracha, a mesma evolução no tempo da viscosidade de acordo Fonseca (2016).

Neste tipo de Ligante a viscosidade é função do tempo de reação, sendo que o tipo de betume de base e a variedade das borrachas vão controlar a evolução no tempo de viscosidade.

2.1.1.4 Juntas seladas com material elástico

De acordo com Prezi (2016), esse tipo de Junta consiste na aplicação de um cordão de um material ligado as bordas da junta, ela possui limitações de dimensão, além de sua utilização ser restrita a obras de pequeno porte como pontes de pequenas dimensões e tráfego rápido, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Junta selada com material elástico.



Fonte: LIMA, J. M.; BRITO, Jorge; 2009, p. 04.

De acordo com Brito e Lima (2009), o material elástico é alocado sobre outro que preenche a junta, espuma de poliuretano ou outro característico, que trabalha como forma e apoio para a disposição do material elástico, que deverá ser autonivelante.

Brito e Lima (2009) ainda diz que a selagem pode ser efetuada diretamente no betão, contra perfis metálicos, nos perfis tipo cantoneira ancorados corretamente, e caso o pavimento tenha tipologia de betuminoso asfáltico, como é corriqueiro, num molde com formato de caixa previamente executada com argamassa de retração compensada de alta resistência.

O material elástico tem normalmente espessuras compreendidas entre 15 e 20 mm de acordo com Ferreira (2013), e só pode ser colocado em larguras que variam entre os 20 e 70 mm com tráfego rápido, como por exemplo, passagens pedonais.

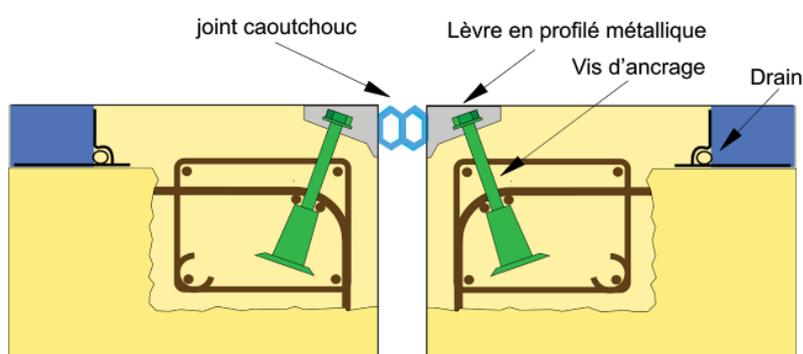
Ferreira (2013) coloca ainda, algumas especificidades:

- Amplitude máxima de junta: 13 mm na horizontal e 1 mm na vertical, sem limitações em viés.
- Patologias: Deformações da junta ou material da junta; Descolamento na transição; Destaque de material da junta; Infiltração de águas.
- Tempo de vida útil: 5 anos.
- Período de Inspeção: de 2 em 2 anos.

2.1.1.5 Juntas em perfil de elastómero comprimido

De acordo com Estruturando Civil (2016), esse tipo de junta consiste em uma tira contínua e alveolar de borracha fixada nas extremidades da junta. Este perfil trabalha sempre na compressão, e recupera sua forma original. Deve ser substituído se houver perda de flexibilidade, suportam movimentações de 50 mm na horizontal e 3 mm na vertical, a Figura 9 detalha a junta.

Figura 9 - Juntas em Perfil de Elastómero Comprimido.



Fonte: Estruturando Civil, jan. de 2016.

Assenta sobre ressaltos feitos em cada bordo, deve ser colocado no intuito de se manter em compressão quaisquer sejam as movimentações da junta e para que a sua superfície superior sempre esteja no nível do pavimento, nunca ultrapassando.

Do que tange a instalação, a Classificação das juntas de dilatação em obras de arte Portuguesas diz:

Quando o pavimento é de betão armado, é usual a utilização de perfis metálicos ancorados ao betão. Com pavimento betuminoso, é frequente a criação de uma caixa na argamassa referida e que pode, ou não, incluir armaduras de ligação à estrutura de betão armado. Os fabricantes deste tipo de juntas recomendam que estas caixas de argamassa tenham forma de L e largura superior a duas vezes a espessura. Os perfis têm, como dimensões correntes quando instalados, largura entre 30 e 100 mm e altura, desde a superfície, de 90 a 150 mm. (LIMA e BRITO, 2009,p. 05)

Segundo o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2004), as juntas de compressão podem ser encontradas em vários formatos e tamanhos, são classificadas pela máxima abertura tolerável, que não deve ultrapassar cinco cm.

Com relação à dimensão de influência, Ferreira (2013, p.47) fala que está previsto que a junta suporte, para estruturas que são feitas em betão armado com pré-esforço, até 60 m, para estruturas mistas até 100m, e no caso de estruturas metálicas até 125 m.

O DNIT (2006) aconselha a substituição quando houver deslocamento do bloco de neoprene ou a perda de sua elasticidade, constatação do deslocamento ou empenamento dos perfis de sustentação dos blocos de neoprene, bem como a corrosão dos perfis ou dos parafusos de sustentação.

Ferreira (2013, p. 48) expõe algumas características relativas a estas juntas:

- Amplitude máxima da junta: 15 a 50 mm na horizontal, 3 mm na vertical, e 30 graus de ângulo em viés.
- Patologias: Descolamento na transição; Elementos de fixação soltos ou ausentes; Deformação da junta ou material da junta; Corrosão do material da junta.
- Tempo de vida útil: 5 anos.
- Período de Inspeção: de 2 em 2 anos.

2.1.1.6 Bandas flexíveis de elastómero

Figura 10 - Junta com Bandas de elastómeros entre perfis metálicos.



Fonte: LIMA, J. M.; BRITO, Jorge; 2009, p. 06.

De acordo Lima e Brito (2009, p. 05), a junta mostrada na Figura 10, consiste basicamente em uma banda de elastómeros fixada aos bordos laterais por meio de

elementos enrijecidos, podendo ser; blocos de elastómero armado ou aço, alumínio moldados em perfis.

Os perfis podem vir instalados de duas maneiras, como fala Lima e Brito (2009 p. 05), em uma banda transicional ao nível da pavimentação, assim sugeridos para o caso de substituição das juntas, ou instalados sob o pavimento e ancorados na estrutura do betão. Assim, por se fazer necessário a colocação do betuminoso após a colocação da junta, é indicado para construções novas.

O comprimento de influenciável, no caso de perfis em metal, segundo Ferreira (2013, p. 51) antever-se para estruturas executadas em betão armado com pré-esforço de até 60 m, para estruturas mistas de até 100 m, e metálicas 125m. No caso de polígonos elastoméricos armados, prevê-se para estruturas armadas em betão pré-esforçado até 90 m, para estruturas mistas até 14m m, e estruturas metálicas até 175 m.

O DNIT (2006) fala que as bandas, mesmo que sejam instaladas sob o pavimento no intuito de não serem diretamente atingidas pelas rodas dos veículos, são de curta duração, se a manutenção não for cuidadosa e constante. Quando for constatada a ruptura da banda, deve-se proceder-se a sua substituição. Se a ruptura se tornar constante, é necessário o estudo de outras tipologias de juntas que garantam melhor funcionamento. As especificações que Ferreira (2013 p. 52) propõe são:

- Amplitude máxima da junta: 50 mm na horizontal, 10 mm na vertical e a instalação em viés é feita com ângulo entre 30 e 45 graus.
- Patologias: Deterioração da banda de transição; Deslocamento na transição; Deterioração ou ausência da selagem de alvéolos de fixação.
- Tempo de vida útil: 20 anos.
- Período de inspeção: de 6 em 6 anos, depois de ultrapassado o tempo de vida útil, de 2 em 2 anos.

2.1.1.7 Juntas de placas metálicas deslizantes

Essa tipologia, de acordo com Estruturando Civil (2016), se define por duas placas metálicas deslizando uma sobre a outra no mesmo nível, caso foram

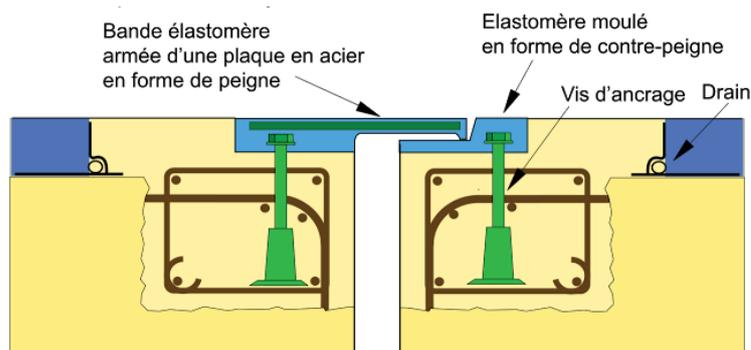
dentadas. Quando forem sobrepostas, cada uma estará fixada em uma extremidade da junta. Sendo que a superior é colocada no mesmo nível do pavimento e desliza sobre a inferior.

Figura 11 - Juntas de placas deslizantes sem dentes (à esquerda), dentadas (à direita).



Fonte: FERREIRA, C. M. S.; 2013, p. 52.

Figura 12 - Placas metálicas deslizantes



Fonte: Estruturando Civil, jan. de 2016.

Juntas Dentadas são compostas de acordo com Estruturando Civil (2016), por duas placas metálicas fixadas nas extremidades das juntas, funcionando por encaixe. Nas extremidades encontram-se saliências e reentrâncias intercaladas, para que as chapas possam encaixar entre si.

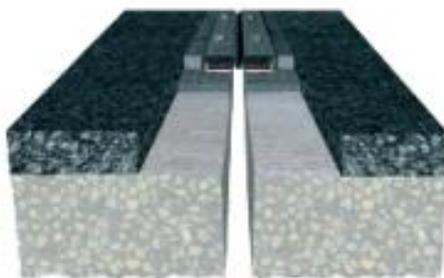
“A concepção dessa junta é bastante simples e é indicada para estruturas de tráfego médio a rápido.” (FERREIRA, 2013, p. 53).

As particularidades são:

- Amplitude máxima da junta: 100 mm na horizontal.
- Patologias: Movimentação de junta impedido; Corrosão dos componentes materiais da junta; Emissão de ruído excessivo.
- Tempo de vida útil: Depende do fabricante.
- Período de inspeção: de 6 em 6 anos, ultrapassando o tempo de vida útil, de 2 em 2 anos.

2.1.1.8 Juntas de elastómero armado

Figura 13 - Juntas de elastómero armado.



Fonte: COMPOSAN Pontes y Obra Civil (2014).

Segundo COMPOSAN (2014), essas juntas são formadas por uma banda de material elastomérico, normalmente uma mistura de materiais, como borracha com cloropreno. Esse material é responsável por dar elasticidade e resistência, entro se encontram reforços metálicos que lhe conferem a rigidez necessária.

De acordo com Lima e Brito (2009, p. 06) as placas podem ser compostas de aço vulcanizado ou aluminosas, garantem a resistência e a rigidez necessária à transmissão de cargas oriundas do tráfego.

Na junta existem segundo Ferreira (2013, p. 54), furos nas extremidades para permitir a passagem dos pernos de ancoragem esperando fixa-las no betão subjacente. As cabeças da ancoragem são vedadas com um material igualitário ao da junta ou com um fluido elástico para evitar que os elementos metálicos se oxidem.

Como mostra Lima e Brito (2009) as juntas são assentadas sobre um berço de argamassa com características específicas, entre bandas transicionais feitas do mesmo tipo de argamassa, ou com outro material pertinente. Alguns fabricantes ainda sugerem que se instale uma chapa inox entre o berço e o módulo, conectadas por meio de resina epóxida.

Hoje são, provavelmente, as juntas de utilização mais ampla no mercado, são aplicáveis a pontes com movimentações grandes ou médias e não tem impedimentos com relação ao tráfego. Lima e Brito (2009) falam também que não tem limitações quanto a instalação angulada em viés, atuam em dimensões horizontais entre 20 e 350 milímetros.

Especificidades: (FERREIRA, 2013, p. 55)

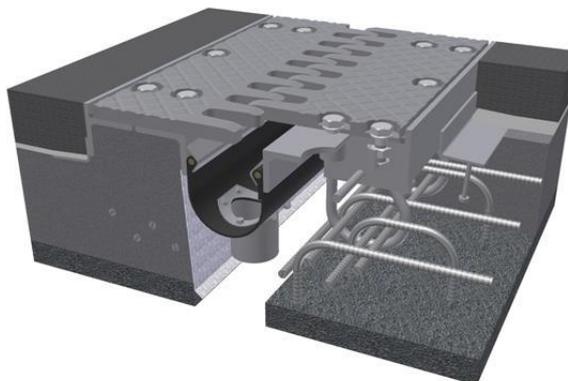
- Amplitude máxima da junta: varia de 20 a 350 mm na horizontal.
- Patologias: Deterioração da banda de transição; Descolamento da transição; Deterioração ou ausência de selagem de alvéolos de fixação; Elementos de fixação soltos ou ausentes, Deterioração do leito de assentamento; Fissuração ou corte da junta ou material da junta.
 - Tempo de vida útil: 6 anos.
 - Período de inspeção: de 2 em 2 anos, ultrapassando o tempo de vida útil da junta anualmente.

Com diferentes nomenclaturas, o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2004, p.121) “estas são juntas de expansão e vedação para grandes movimentos estruturais fabricadas em monobloco de elastómero e aço”, com alta flexibilidade e resiliência; os graus de liberdade de flexão no sentido longitudinal são oriundos de subdivisões das chapas fretantes de aço, embutidas no bloco de elastómero.

Os módulos menores, de acordo com a COMPOSAN (2014), estão constituídos por uma parte central formada por uma lâmina de elastômero unida em seus extremos a zonas armadas de maior seção e rigidez.

2.1.1.9 Juntas de pentes metálicos em consola

Figura 14 Junta dentada retangular com calha.



Fonte: FERREIRA, C. M. S.; 2013, p. 56.

De acordo Lima e Brito (2009), as juntas dentadas são compostas por chapas metálicas fixadas em lados distintos da junta, com funcionamento em consola, de acordo a Figura 14. A largura é geralmente de 1 m, e tem formato retangular ou triangular, tendo o segundo melhor desempenho.

São geralmente dispostas em pontes com dimensões elevadas, com grandes separações entre juntas, e tráfego intenso. Tendo grandes tamanhos, os pentes metálicos podem chegar a 500 mm, e são apropriados a valores de viés elevados se os dentes forem executados na direção do movimento, porém são limitados a deslocamentos perpendiculares a orientação dos dentes de acordo Lima e Brito (2009).

O DNIT (2006, p. 05) fala que a instalação deve se correta, e o assentamento adequado para evitar o acúmulo de detritos, caso não seja assim, elas não funcionam e ocorre o empenamento dos dentes, podendo provocar acidentes de tráfego.

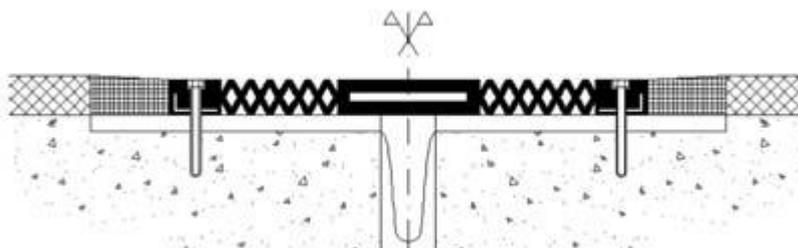
Na inspeção, deve ocorrer a verificação da fixação das chapas se há trincas ou fissuras nas soldas, se o encaixe dos dentes está apropriado, se há corrosão nas chapas, e a verificação do sistema de drenagem.

De acordo com Ferreira (2013) a abertura máxima da junta é de 500 mm, na horizontal, e em sua estrutura podem ocorrer patologias como; fissuração, oxidação dos elementos metálicos; deficiência no sistema de drenagem, e falta de aderência. O tempo de vida útil estimado para esse tipo de junta é de 25 anos, e aconselha-se

que as inspeções sejam realizadas em períodos de 6 em 6 anos, e após a vida útil, de 2 em 2 anos.

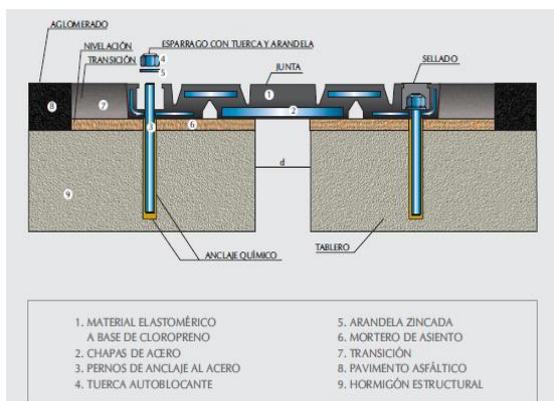
2.1.1.10 Juntas de elastómero armado compostas

Figura 15 - Juntas de elastómero armado compostas.



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

Figura 16 - Estrutura da Junta de Elastómero Armado.



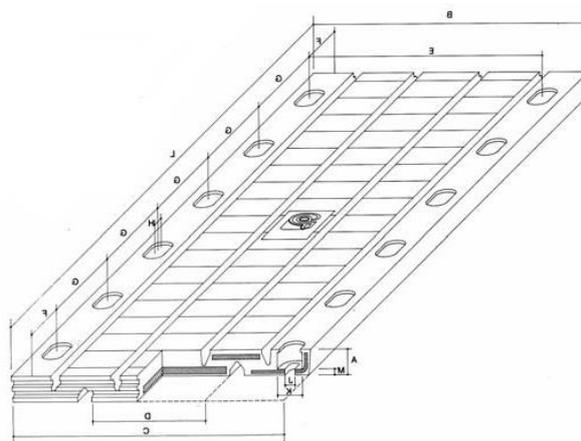
Fonte: Catálogo COMPOSAN página 11.

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 16. Cada junta é submetida a 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.

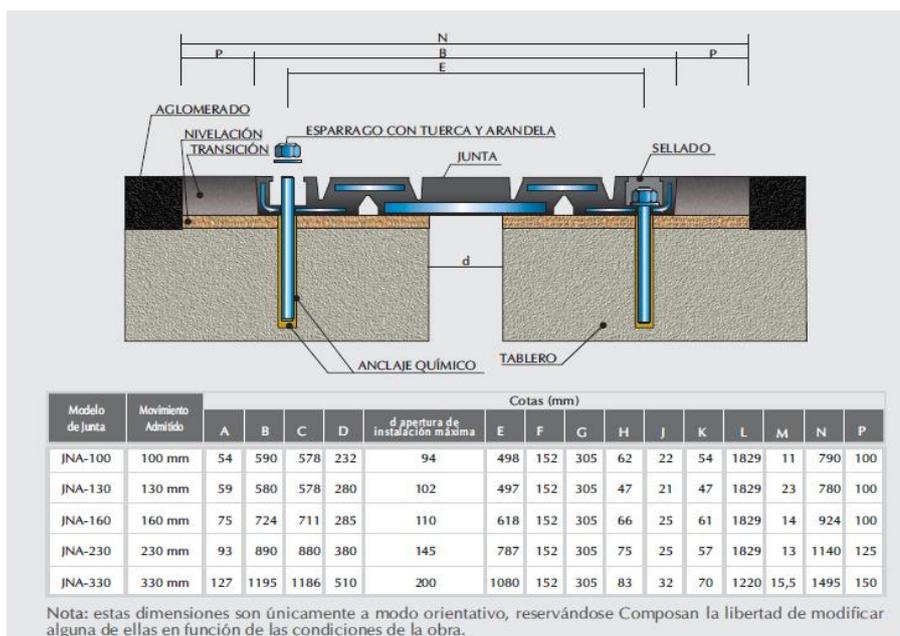
As Figuras 17 e 18 mostram os movimentos admissíveis das juntas de acordo com o catálogo COMPOSAN 2010.

Figura 17 - Medidas COMPOSAM.



Fonte: Catálogo COMPOSAN página 11, 2010.

Figura 18 - Catálogo de Medidas COMPOSAN.



Fonte: Catálogo COMPOSAN página 11, 2010.

Essa junta se assemelha muito a junta de 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 elastómero 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)

2.1.1.11 Junta de placas metálicas com roletes

Figura 19 - Juntas de placas deslizantes com roletes.



Fonte: LIMA, J. M.; BRITO, Jorge; 2009, p. 08.

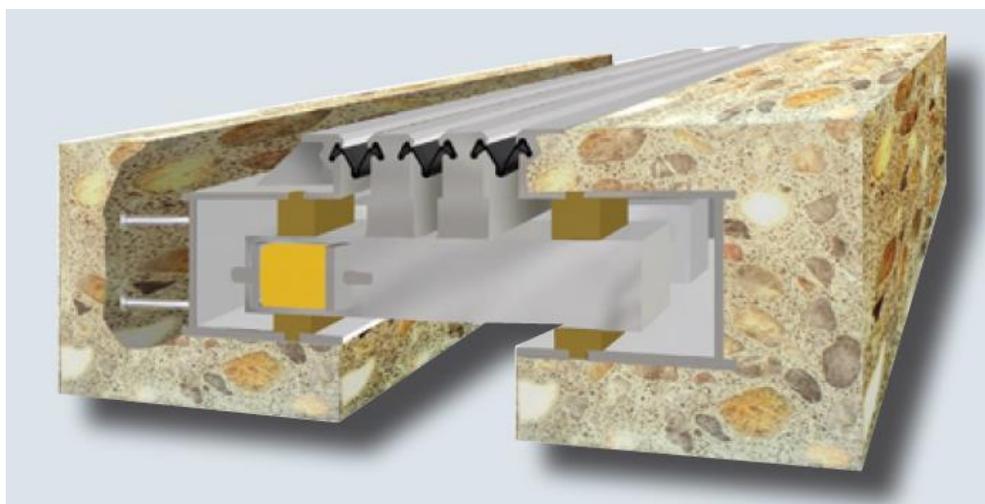
Diferentemente das placas deslizantes simples, Lima e Brito (2009), falam que o modelo mostrado na Figura 19 se diferencia por atender a grandes amplitudes e não haver desnível em relação às placas deslizantes. O sistema é formado por duas placas metálicas revestidas de elastômero, que são fixas a cada bordo da junta e deslizam sobre outras placas que se mantêm na zona neutra da junta.

Segundo Ferreira (2013) pode ser aplicada em estruturas de grande extensão sem qualquer tipo de limitação em termos de tráfego, sendo ele pesado ou intenso, ainda acomodam grandes deslocamento de pontes extensas.

Suas dimensões se iniciam em 800 mm, e a máxima depende do fabricante. A estrutura pode apresentar patologias como oxidação dos elementos metálicos, ausência de partes da junta, ou ruído excessivo. O tempo de vida útil está em função do fabricante e aconselha-se uma inspeção a cada 6 anos. (FERREIRA, 2013)

2.1.1.12 Juntas de perfis de elastômero múltiplos (Juntas modulares)

Figura 20 - Junta modular expansível com elemento expansível.



Fonte: FERREIRA, C. M. S.; 2013, p. 60.

Estas juntas são compostas por uma sequência de perfis de neoprene alternados com perfis de aço (Figura 20). São sustentados sobre vigas também metálicas, transversais a junta, em cada bordo da junta, nas caixas de deslocamento. (FERREIRA, 2013)

Segundo Ferreira (2013), para garantir a movimentação, as juntas possuem geralmente dispositivos mecânicos ou elásticos para garantir a uniformização das aberturas e fechos dos elementos expansíveis.

Os perfis elásticos acomodam movimentos em duas fases, na primeira, na primeira são acomodados os movimentos provenientes da geometria e dos elementos expansíveis, então, na segunda fase acomoda os movimentos da deformação do material, o que não é desejável. (LIMA e BRITO, 2009)

A estrutura acomoda movimentos horizontais e verticais complexos e de grandes amplitudes. (LIMA e BRITO, 2009)

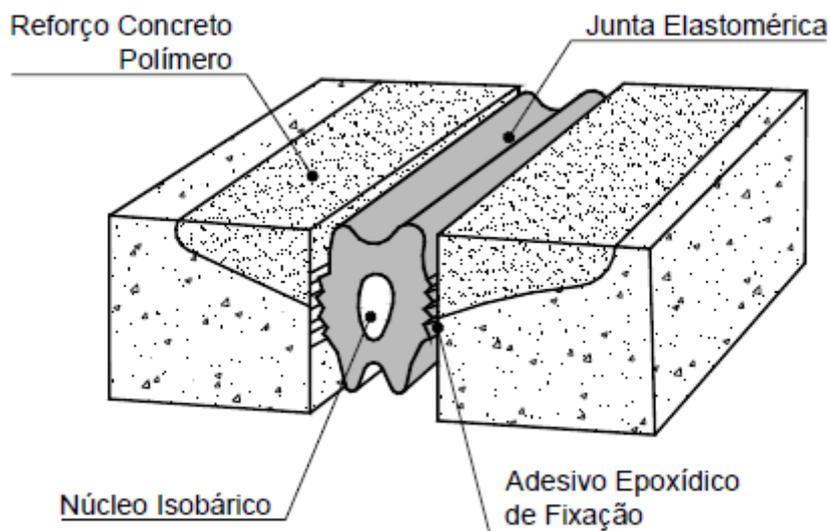
Os cuidados com relação a patologias e manutenção dessa junta são semelhantes aos das juntas com fitas de neoprene e aos das juntas de compressão. Porém a verificação com essa tipologia deve ser mais presente, devido às vigas de suporte das juntas. (DNIT, 2006)

A amplitude máxima da junta é de 1200 mm na horizontal e 20 mm, na vertical, o ângulo máximo em viés é de 45 graus. Esta estrutura pode apresentar uma série de manifestações patológicas dentre elas; irregularidade geométrica das juntas no plano do tabuleiro; deformação da junta; desprendimento da junta; oxidação dos elementos metálicos; emissão de ruídos excessivos e danos em elementos sub-superficiais do sistema da junta. A vida útil está em torno de 20 anos e as inspeções devem ser realizadas de 6 em 6 anos, após a vida útil, a cada 2 anos.

2.1.1.13 Juntas elásticas expansíveis nucleadas estruturais (JEENE)

Basicamente é composta por três elementos segundo 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 21.

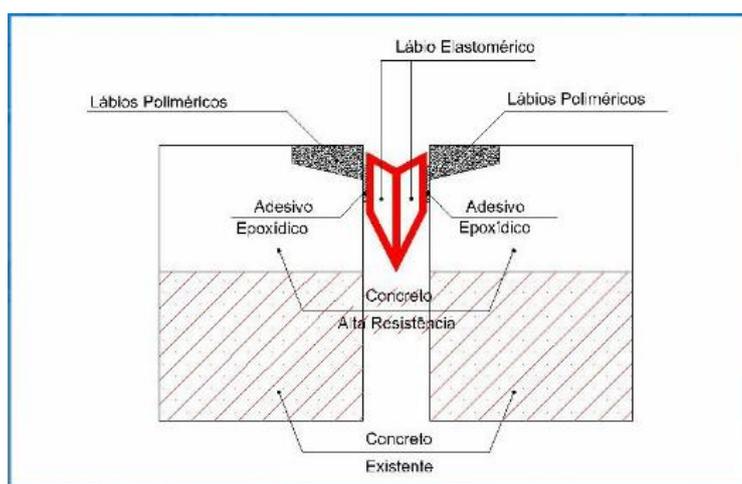
Figura 21 Junta JEENE.



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

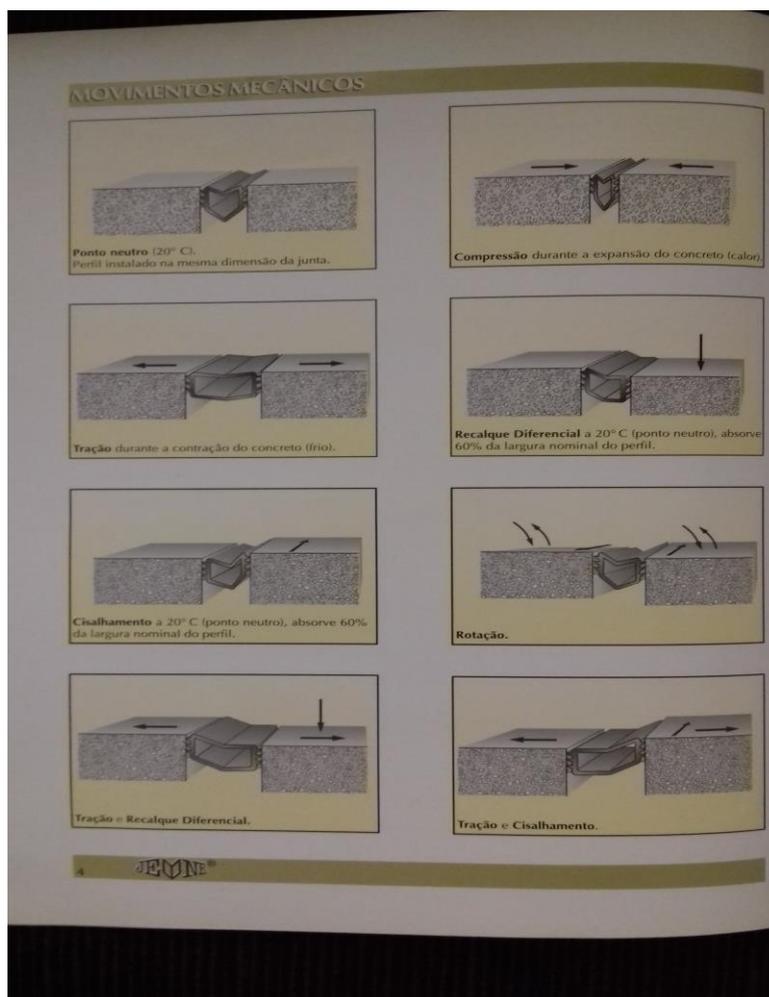
De acordo com o Catálogo JEENE(1999), O Policloropreno (neoprene) é o elastômero básico utilizado na confecção dos perfis JEENE, pois este possui resistência química, mecânica e a intempéries. O interior do perfil é caracterizado por uma ou mais cavidades e apresenta, na parte externa, estrias especialmente desenhadas para aumentar a superfície de aderência, ele também tem bastante trabalhabilidade em movimentações como mostra a Figura 22 E 23.

Figura 22 - Junta JEENE.



Fonte: Prezi (2016)

Figura 23 - Movimentos mecânicos de Juntas JEENE.



Fonte: Catálogo de Juntas JEENE 1999, fotografia p.4. Secretaria de Infraestrutura do TO, Palmas 16 de agosto de 2016.

O adesivo utilizado é epóxi de alto desempenho e a pressurização é aplicada por meio de ar comprimido e válvulas. (DNIT, 2006)

A junta já foi utilizada em inúmeras obras e obteve desempenho satisfatório para aberturas na ordem de 6 cm. Para a recuperação dessa junta, se a instalação e procedimentos construtivos forem realizados de maneira adequada, bastará apenas substituir a câmara elástica da junta. (DNIT, 2006)

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 24.

Figura 24 - 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).

2.2 Concreto armado em pontes rodoviárias

Este trabalho terá como instrumento de estudo na parte estrutural apenas pontes executadas em concreto armado, por isso, serão explanadas com mais detalhamento. Serão mostradas características em relação à variação térmica, fluência, retração e manifestações patológicas mais frequentes no concreto.

2.2.1 Referências para durabilidade das estruturas de concreto

A durabilidade do concreto está diretamente relacionada a fatores de construção de acordo com a NBR 6118 (2014), sendo que, as estruturas devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época de projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto conservem estabilidade, segurança e aptidão em serviço durante a vida útil.

2.2.1.1 Envelhecimento e Deterioração relativos ao concreto, armadura e a estrutura.

A Lixiviação, que ocorre através das águas puras, carbônicas agressivas ou ácidas, elas dissolvem e conduzem os compostos hidratados da pasta do cimento. (NBR 6118, 2014)

A NBR 6118, (2014), também diz que os agregados também podem apresentar reações deletérias superficiais provocadas por transformações de produtos ferruginosos presentes na estrutura mineralógica.

A expansão por ação das águas e solos que contenham ou estejam contaminadas com sulfatos ou pela ação das reações entre os álcalis do cimento com certos agregados reativos, essas ações provocam reações expansíveis indesejadas na estrutura. (NBR 6118, 2014)

Conforme a NBR/6118 (2014), com relação à armadura, pode ocorrer a despassivação por carbonatação ou por elevado teor de íon de cloro, ou cloretos.

São os efeitos decorrentes dos esforços aplicados na estrutura que podem ser decorrentes de ações mecânicas, movimentações provocadas por ações térmicas, impactos externos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxamento da estrutura. (NBR 6118, 2014)

O meio ambiente também pode ser bastante ofensivo à estrutura, a NBR 6118 (2014), fala que as agressividades do meio ambiente estão relacionadas a ações físicas e químicas que atuam na estrutura, isso, independente de outras ações oriundas da relatividade térmica e ações externas.

Para isso, a NRB 6118 (2014), propõe uma tabela para classificação da agressividade provocada pelo meio ambiente, o que mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de agressividade ambiental.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1), 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1), 2)}	
IV	Muito forte	Industrial ^{1), 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

¹⁾ Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

²⁾ Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

³⁾ Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118; Projeto de estruturas de concreto - procedimento. 2014, p. 17.

2.2.2 Propriedades do concreto

A composição do concreto agrega vários elementos, sendo o mais importante deles, o cimento. De acordo com o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2004), todos os elementos são misturados em proporções adequadas e, através de reação química torna-se um material de construção forte, resistente e durável, com adequações para moldar elementos estruturais em uma ponte.

O Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2004), ainda fala que entre as propriedades físicas presentes no concreto estão; sensibilidade à variação da temperatura, pois ele se expande e contrai. Com a umidade também é possível a observância desse fenômeno.

A porosidade, que é resultante do volume de vazios existentes na estrutura entre as partículas dos agregados, facilitando assim a percolação e absorção de água.

O Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2004), também diz que tem boa resistência ao fogo, visto que tanto no que se refere à temperatura, quanto ao

tempo de incidência, o concreto resiste aos efeitos do calor, porém temperaturas superiores a 350° C, e exposição prolongada podem ser prejudiciais.

2.2.2.1 Propriedades Mecânicas

De acordo com a NBR 6118 (2014), os concretos são caracterizados em classes de resistência dos grupos I e II, da ABNT NBR 8953, até a classe C90. Na classe C20 ou superior, aplica-se ao concreto com armadura passiva, a classe C25, ou superior, aplica-se ao concreto com armadura ativa, já a classe C15 é utilizada somente em obras provisórias, ou concreto sem fins estruturais. A figura 25 mostra as resistências características para cada tipo de concreto.

Figura 25 - Classes de resistência de concretos estruturais.

Classe de resistência Grupo I	Resistência característica à compressão MPa	Classe de resistência Grupo II	Resistência característica à compressão MPa
C20	20	C55	55
C25	25	C60	60
C30	30	C70	70
C35	35	C80	80
C40	40	C90	90
C45	45	C100	100
C50	50		

Fonte: ABNT NBR 8953; 2015, p. 06.

A elasticidade “ E_{ci} ” é a capacidade que o concreto tem de se deformar e voltar para condição inicial, o módulo de elasticidade do concreto varia com sua resistência a compressão, a NBR 6118 (2014) propõe a expressão:

$$E_{ci} = \frac{5.600\sqrt{f_{ck}}}{1}$$

- Resultados em MPa.

- f_{ck} : Resistência característica do concreto à compressão.

Já os módulos de elasticidades secantes “ E_{cs} ”, que são utilizados em decorrência das análises estáticas de projeto, especialmente, para a determinação dos esforços solicitantes e análise de estados limites de projeto, a norma propõe a expressão:

$$E_{cs} = 0,85 E_{ci}$$

Com relação à fluência, o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2004) diz que além da deformação elástica, o concreto está sujeito também a deformações contínuas, que podem atingir de 100% a 200% da deformação elástica inicial sob aplicação de uma carga sustentada.

Quanto à isotropia o concreto não armado tem as mesmas resistências mecânicas em qualquer direção da aplicação da carga.

O Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2004) fala que fatores que colaboram com o ganho de resistência do concreto são percebidos com o aumento da quantidade de cimento, melhoria da quantidade de agregado, redução do volume de ar entranhado, redução do fator água-cimento, incorporação de aditivos, e maior tempo de cura.

O concreto armado que é basicamente uma estrutura fissurada, porém a utilização de armaduras com relação à quantidade, diâmetro e distribuição dificulta, mas não inibe o aparecimento de fissuras, que passam a ter menores proporções e aparecer com menos frequência como fala o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias (2004).

Algumas das causas da fissuração do concreto estão relacionadas a ações que podem degradar a estrutura de concreto armado, especialmente pontes, dentre elas estão:

- Projeto inadequado no que tange ao dimensionamento, concepção, detalhamento e especificações técnicas.
- Falta de qualidade na execução podendo gerar escoramentos e fôrmas defeituosas, além da má colocação das armaduras, cobrimentos insuficientes.
- Manutenção inexistente ou inadequada; utilização inadequada da estrutura.

- Causas de origem físicas, como calor, vento e água, e químicas, como reações no concreto e nos agregados.
- Causas de origem mecânica, como choque de embarcações ou veículos.
- Causas de origem biológicas. Mais raras, como crescimento de vegetação ou incidência de insetos, como cupins e formigas.

2.2.3 Fluência e retração

2.2.3.1 Fluência

Segundo Debs e Takeya, a fluência proporciona um acréscimo de deformação nas estruturas, de concreto armado ou protendido, que com o tempo deve ser levado em consideração na verificação do estado limite de deformações excessivas. Quando os elementos estão comprimidos este acréscimo de deformação pode produzir acréscimos significativos nas solicitações.

2.2.3.2 Retração

De acordo com Debs e Takeya, no concreto armado, segundo a NBR 6118, é permitido considerar nos casos correntes, vendo as restrições impostas pela armadura, a deformação específica por retração igual a 15×10^{-5} , (no caso de espessuras ente 10 e 100 cm e umidade ambiente maior que 75%), que na prática corresponde a considerar a retração como uma queda de temperatura de 15 °C.

A NBR 6118 (2014) fala que em casos onde não se exige resultados muito precisos os valores finais do coeficiente de fluência, " $\phi (t^\infty, t_0)$ " e da deformação específica de retração, " $\epsilon_{cs} (t^\infty, t_0)$ " do concreto, quando submetido a tensões inferiores a $0,5f_c$ do primeiro carregamento, podem ser obtidos por interpolação linear, de acordo a Tabela 2.

Tabela 2 Valores característicos superiores da deformação específica de retração e do coeficiente de fluência.

Umidade ambiente %		40		55		75		90		
Espessura fictícia $2A_c/u$ cm		20	60	20	60	20	60	20	60	
$\varphi(t_s, t_0)$	t_0	5	4,4	3,9	3,8	3,3	3,0	2,6	2,3	2,1
		30	3,0	2,9	2,6	2,5	2,0	2,0	1,6	1,6
		60	3,0	2,6	2,2	2,2	1,7	1,8	1,4	1,4
$\epsilon_{cs}(t_s, t_0) \cdot 10^{-4}$	dias	5	-0,44	-0,39	-0,37	-0,33	-0,23	-0,21	-0,10	-0,09
		30	-0,37	-0,38	-0,31	-0,31	-0,20	-0,20	-0,09	-0,09
		60	-0,32	-0,36	-0,27	-0,30	-0,17	-0,19	-0,08	-0,09

Fonte: NBR 6118; Projeto de estruturas de concreto - procedimento. 2014, p. 28.

2.3 Pontes

De acordo com o Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários (2010), ponte é uma estrutura, inclusive os apoios, construída sobre uma obstrução, rios, lagos, depressões, rodovias ou ferrovias. Tem a função de suporte à passagem de veículos e outras cargas móveis, e que tenham um vão livre ao longo do eixo longitudinal de mais de seis metros.

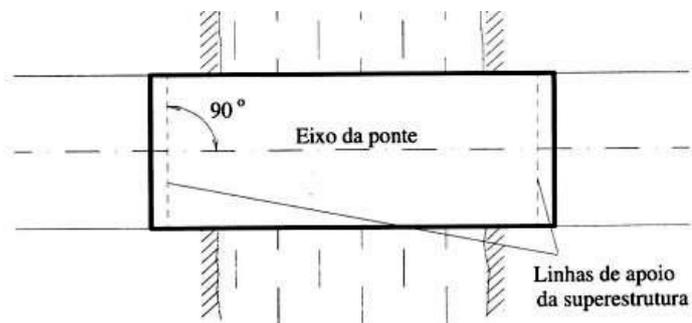
A classificação também pode ser quanto à natureza do tráfego, material da superestrutura, à planimetria, à altimetria, e ao sistema estrutural. (CUNHA, 2011)

Segundo Cunha (2011), os materiais, podem ser de alvenaria de tijolos, alvenaria de pedra, madeira, aço, concreto armado, concreto protendido, ou mistas (aço-concreto, madeira-concreto).

No trabalho serão esplanadas apenas pontes com estrutura em concreto armado.

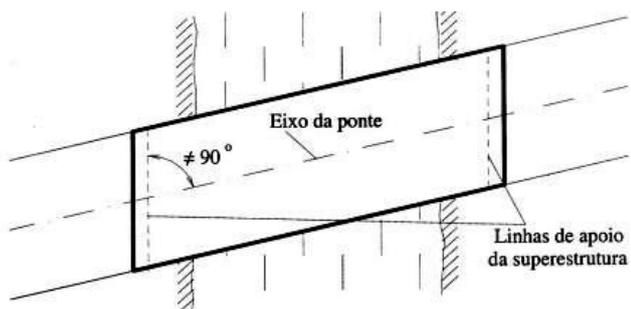
Quanto a classificação das pontes, pode-se observar nas Figuras 26, 27 e 28, as diferenças expostas quanto à planimetria e no eixo da ponte.

Figura 26 - Ponte ou viaduto reto ortogonal.



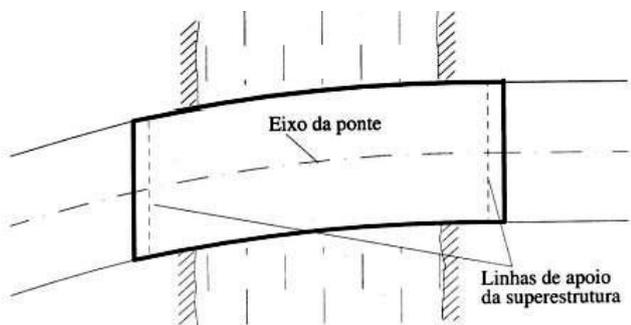
Fonte: CUNHA, A. A.; 2011, p. 26.

Figura 27 - Ponte ou viaduto reto esconso.



Fonte: CUNHA, A. A.; 2011, p. 26.

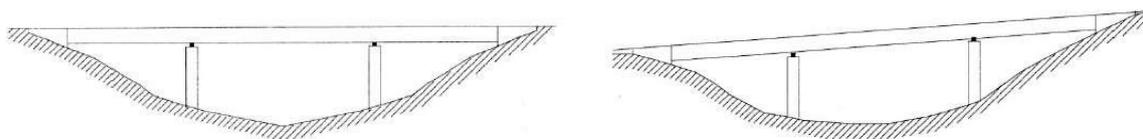
Figura 28 - Ponte ou viaduto curvo.



Fonte: CUNHA, A. A.; 2011, p. 26.

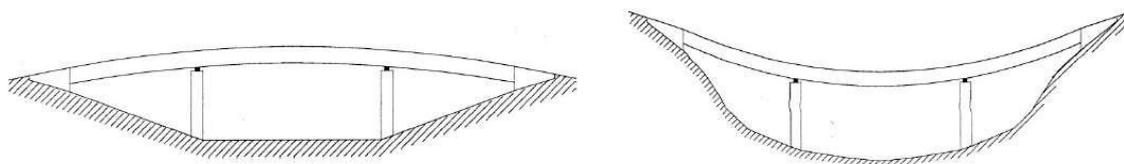
Já relacionado à altimetria da ponte são classificadas quanto a formas das retas, que podem ser horizontais, em rampa, e em curvas, côncavas e convexas, como mostram as Figuras 29 e 30.

Figura 29 - Ponte ou viaduto reto horizontal (esquerda), e em rampa (direita).



Fonte: CUNHA, A. A.; 2011, p. 27.

Figura 30 - Ponte ou viaduto em curva convexa (esquerda) e côncava (direita).



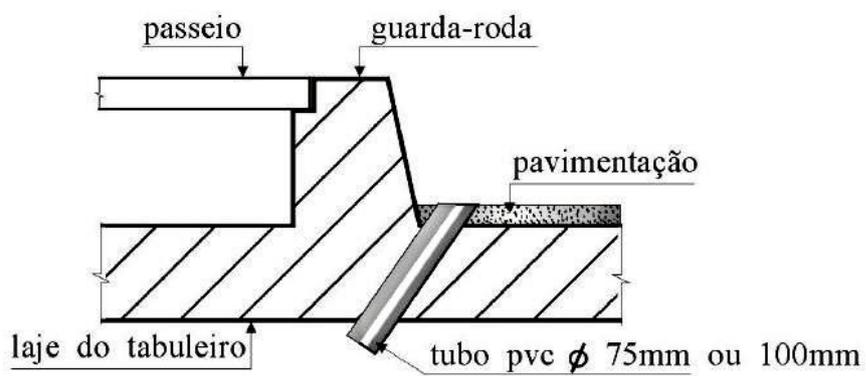
Fonte: CUNHA, A. A.; 2011, p. 27.

Da forma estrutural, pontes e viadutos são semelhantes em quase todos os aspectos, pois se constituem de superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura, apresentando diferenciações principalmente na infraestrutura, que engloba os elementos de fundações devido à consideração das cargas atuantes e pelos elementos naturais a serem vencidos. (CUNHA, 2011)

O escoamento inadequado em obras de arte está diretamente ligado à origem de patologias, pois a existência de um sistema de drenagem eficiente garante uma eficiência melhor da obra e proporciona o aumento da vida útil (CUNHA, A. A.; 2011, p. 45; apud VITÓRIO 2002.).

De acordo com CUNHA (2011; apud VITÓRIO,2002), o sistema de drenagem é composto basicamente por drenos de material PVC, com diâmetro geralmente de 100 mm, espaçados longitudinalmente ao longo das bordas da pista de rolamento, como mostrado na Figura 31.

Figura 31 - Sistema de drenagem fluvial.



Fonte: CUNHA, A. A. 2011, p. 45; apud VITÓRIO, 2002.

3 METODOLOGIA

3.1 Estudo Bibliográfico

Inicialmente foi realizado um estudo pertinente ao tema Juntas de Dilatação, tendo vista a abrangência do tema e relevância na Engenharia Civil. Foram estudados tipologias, características, funcionamento, manutenção e inspeção das Juntas de Dilatação.

O estudo teve como base teórica artigos que tinham conexão com o tema Juntas de Dilatação em Lajes de Pontes em Concreto Armado. Foram analisadas também revistas científicas e livros de engenharia que tinham estudos relacionados ao tema, buscando apoio bibliográfico e proporcionando no trabalho melhor exploração e detalhamento.

Artigos de graduação, pós-graduação e teses de mestrado foram explanados com o intuito de retirar informações relevantes ao trabalho, foram também verificados matérias e artigos on-line, tendo em vista a abundância de informações disponíveis em sites, blogs e páginas na internet. Existem diversos sites e artigos disponíveis na internet que expõem conceitos ligados à junta de dilatação, foi feito então um adensamento de informações dando ênfase nos principais conceitos, pois a explanação do tema; Juntas de Dilatação em Pontes de Concreto Armado é bastante concisa.

Por fim, foi realizada uma compilação da informação coletada, e foi aplicado o conhecimento obtido através dos estudos em uma descrição de Juntas de Dilatação em Lajes de Pontes em Concreto armado, com ênfase em suas características, tipologia e manutenção.

3.2 Imagens e Tabelas de descrição das juntas

Tendo conhecido as variedades de Juntas de Dilatação, foram desenvolvidas tabelas de diferenciação das juntas, sendo feitas utilizando ferramentas e softwares como Excel e Office Word.

As Tabelas contam com informações das características, funcionamento, tipologias, adequação para cada tipo de obra, influência térmica, influência dos

materiais utilizados na execução, manutenção e inspeção das juntas, expondo as principais diferenças entre cada tipo de junta de dilatação.

Foram expostas imagens de detalhamento com a finalidade de mostrar o funcionamento, forma com que a junta absorve as movimentações oriundas da fluência do concreto, variação térmica e esforços externos exercidos na estrutura. As imagens também têm como foco mostrar detalhes da construção e dos materiais utilizados, diferenciando os tipos de junta, cada imagem tem uma breve explicação das condicionantes das juntas.

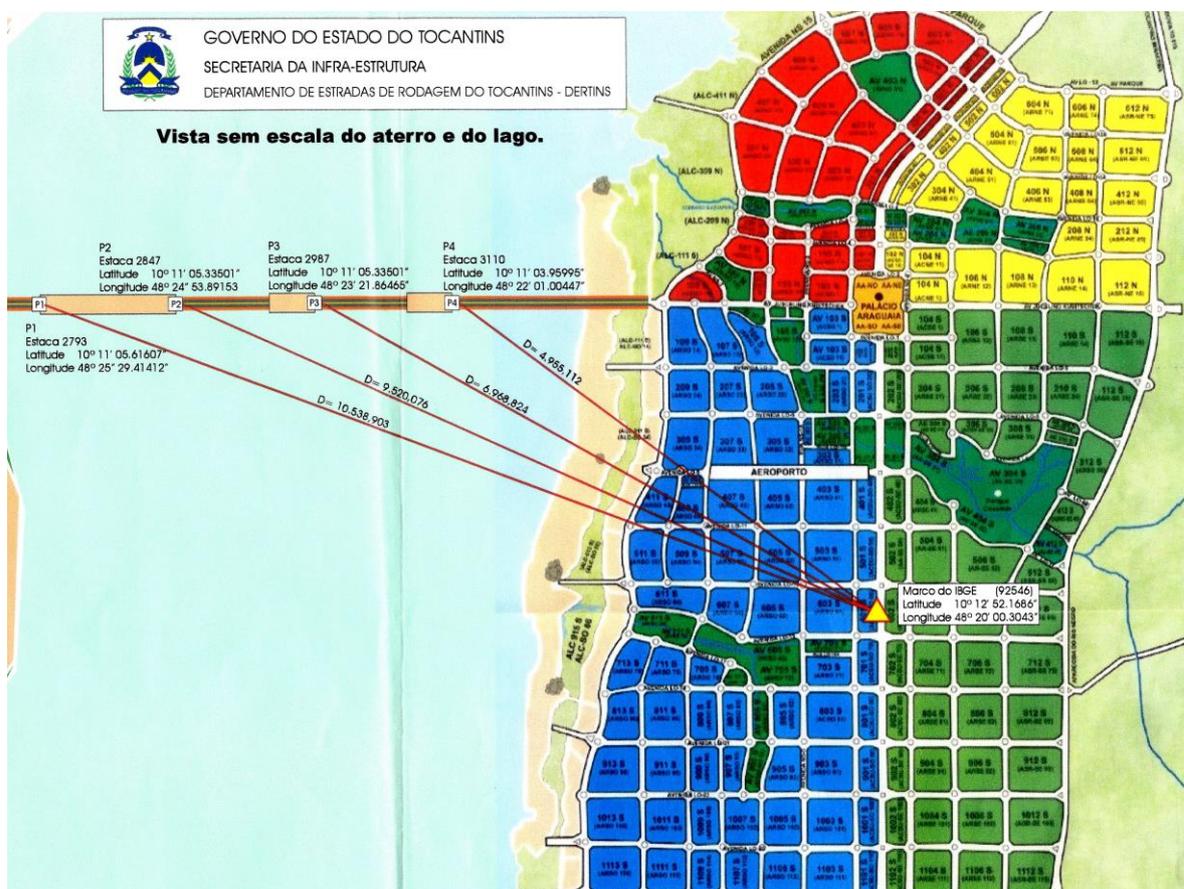
3.3 Visita técnica a Ponte Fernando Henrique Cardoso/TO (Ponte da Amizade e da Integração)

A Ponte da Amizade e da Integração, ou Ponte Fernando Henrique Cardoso é uma obra rodoviária localizada na TO-080, ela faz a ligação entre a capital do estado do Tocantins, Palmas, e o distrito de Luzimangues no município de Porto Nacional. A obra é composta por três pontes, a mais extensa medindo mil e quarenta e quatro metros, e duas menores medindo oitenta e quatro metros cada uma, além de quatro aterros, totalizando oito mil metros de extensão no total. A estrutura da ponte é de concreto armado, no qual existem Juntas de dilatação distribuídas sequencialmente.

A Figura 32 mostra como é a localização da ponte referenciada pelo IBGE, na imagem aparecem as distâncias das extremidades das pontes até o marco do IBGE que fica próximo ao centro da capital tocantinense, Palmas.

A ponte que começa no término da Avenida Juscelino Kubitschek partindo de Palmas, tem desempenho importantíssimo no transporte rodoviário de pessoas e mercadorias entre as cidades de Palmas, Porto Nacional e Paraíso do Tocantins, visto que diminui consideravelmente o tempo de tráfego do trajeto, ajudando assim no desenvolvimento econômico da capital e das cidades circunvizinhas.

Figura 32 - Localização das pontes que compõem a Ponte FHC.



Fonte: Imagem fornecida pela secretaria de infraestrutura do estado do Tocantins. 16 de agosto de 2016.

Foi realizada uma visita técnica com caráter de verificação das Juntas no dia 17-08-2016, lá foram observados alguns aspectos relativos à tipologia e características das juntas de dilatação existentes na ponte, também foi feita uma análise quantitativa das juntas de dilatação das três pontes que compõem a obra.

A visita foi realizada em dois momentos, onde foi primeiramente verificada a parte superior da ponte, e então com o auxílio de uma embarcação, câmeras fotográficas e aparelhos celulares foi vista a parte inferior.

O estudo requer o conhecimento das dimensões das juntas, logo foram aferidas todas as medidas das juntas de dilatação; altura, largura, comprimento, nível em relação à extremidade oposta, registrando a influência térmica e seu impacto na estrutura.

Para a tomada das medidas foram necessários alguns instrumentos como; trena métrica, trena a “laser”, paquímetro, termômetro e réguas. Foi observada a movimentação decorrente da influência térmica.

As fendas das juntas de dilatação foram aferidas com um paquímetro em horários alternados para garantir a variação de temperatura, sendo que a fenda foi medida quando a temperatura estava elevada, e em outro momento com temperatura menor.

Consequente a medição, foram tiradas fotografias para detalhamento e demonstração das variedades e estado atual das juntas de dilatação, foram tiradas fotos da parte superior e inferior da ponte. A quantidade de fotos é significativa e com riqueza de detalhes, para elaboração o relatório fotográfico.

3.4 Análise da situação atual das Juntas de Dilatação da Ponte “FHC”

Após conhecidas às medidas e tipologias das Juntas de Dilatação da ponte FHC, foi feita uma análise para a determinação das condições atuais das juntas, foram observados se há ou não estragos causados pelo impacto dos veículos, a existência do acúmulo de detritos que podem comprometer o funcionamento da junta, se há ou não trincas, fissuras e desníveis.

Foi verificada a estanqueidade da junta, logo que, tendo a existência de vazamentos, podem comprometer o funcionamento da junta e danificar a estrutura. No caso de vazamentos também foram constatadas patologias decorrentes de infiltrações ou intemperismos.

Logo foi elaborado um relatório contendo todas as informações compiladas oriundas da análise de situação, dando ênfase aos principais aspectos descritivos e tipologias.

3.5 Demonstração, por meio de Croqui de Detalhamento da Alocação das Juntas de Dilatação existentes na Ponte FHC

O esboço do detalhamento de alocação das juntas de dilatação é mostrado para melhor representação e visualização da obra, nele há todas as distâncias entre

as juntas em toda ponte. Há também esquemas representativos mostrando o tipo de cada junta com detalhes internos, externos e cortes.

O projeto foi disponibilizado pela Secretaria de Infraestrutura da cidade do Estado do Tocantins, as figuras foram modificadas utilizando softwares e ferramentas gráficas para otimizar o detalhamento do croqui.

3.6 Roteiro de Manutenção e Inspeção

O trabalho também propõe um roteiro de manutenção e inspeção que mostra as melhores formas de serem feitas as inspeções. O roteiro pode servir como base teórica para empresas estatais, particulares e prefeituras que realizam obras de manutenção e reforma. Traz informações e técnicas de manutenção preventiva e corretiva mostrando como lidar com os problemas decorrentes das juntas de dilatação.

As obras de pontes rodoviárias que tem integrada a sua estrutura juntas de dilatação, necessitam de inspeção para determinar se o estado em que a junta se encontra atende as necessidades que lhe foram impostas, assim o roteiro traz conceitos de tipos de inspeção, frequência em que devem ser realizadas, como detectar manifestações patológicas no concreto, nas juntas de dilatação, na estrutura e metodologias de inspeção, expondo a forma mais adequada para cada tipo de obra e de junta, mostrando as especificidades de cada tipologia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Localização e Tipologia das Juntas de Dilatação da Ponte FHC.

O trabalho teve como base de estudos a Ponte Fernando Henrique Cardoso ou Ponte da Amizade e da Integração, de lá foram retirados grande parte dos resultados deste trabalho.

Durante a visita realizada no dia 17-08-2016, foi feito um levantamento prévio quantitativo assim como também foram obtidas as tipologias das juntas que compõem a Ponte FHC. Nos vazantes, que são as duas pontes menores, foi verificado a existência das juntas apenas nas extremidades de cada ponte, a tipologia dessas juntas se caracteriza como uma Junta Aberta como foi observado em visita técnica, aparentemente, posteriormente a instalação da junta ela foi ocultada por pavimentação asfáltica na tentativa de reparos superficiais na estrutura, porém o revestimento asfáltico não se adaptou bem a estrutura, aparecendo deformações e fendas de dilatação no local da junta, já no passeio da ponte não foi aplicada a pavimentação asfáltica como mostra a Figura 33.

Figura 33 - Junta sob Pavimento Asfáltico na rodovia a esquerda; Junta Aberta no passeio, a direita.



Fonte: Material fotografado no Vazante 1, 17 de agosto de 2016.

Não foi possível a avaliação visual da junta, pois está sob o pavimento, porém é observável o desnivelamento em relação ao restante da pavimentação, é visto também a existência de ondulações no trecho alterado, o que acarreta na emissão de ruídos. As juntas do Vazante dois se encontra na mesma condição, como é possível ver na Figura 34.

Figura 34 - Imagem do Vazante dois.



Fonte: Material fotografado no Vazante 2, 17 de agosto de 2016.

Na Ponte mais extensa com 1044 metros de comprimento foi observado maior quantidade de juntas, sendo que sobre cada pilar há um aparelho de apoio e uma junta de dilatação, as juntas estão espaçadas em dimensões que variam entre 42, 43 e 59 metros, o vão central apresenta distância de aproximadamente 125 metros, onde os vãos faceados a este, delimitados pelos pilares 10-11, e 12-13, apresentam extensão aproximada de 72 metros de comprimento. As medidas foram aferidas por meio de trena e verificação de projeto obtido na Secretaria de Infraestrutura do estado do Tocantins.

A Ponte de 1044 metros apresenta perfil arqueado delimitado pelos pilares, nos vãos centrais da ponte a estrutura é em concreto arqueado, porém com a ausência de vigas longarinas, é uma estrutura maciça.

Nesse trabalho, as juntas serão enumeradas conforme os pilares, recebendo o mesmo número do pilar para melhor visualização e trabalhabilidade na explanação da junta de dilatação.

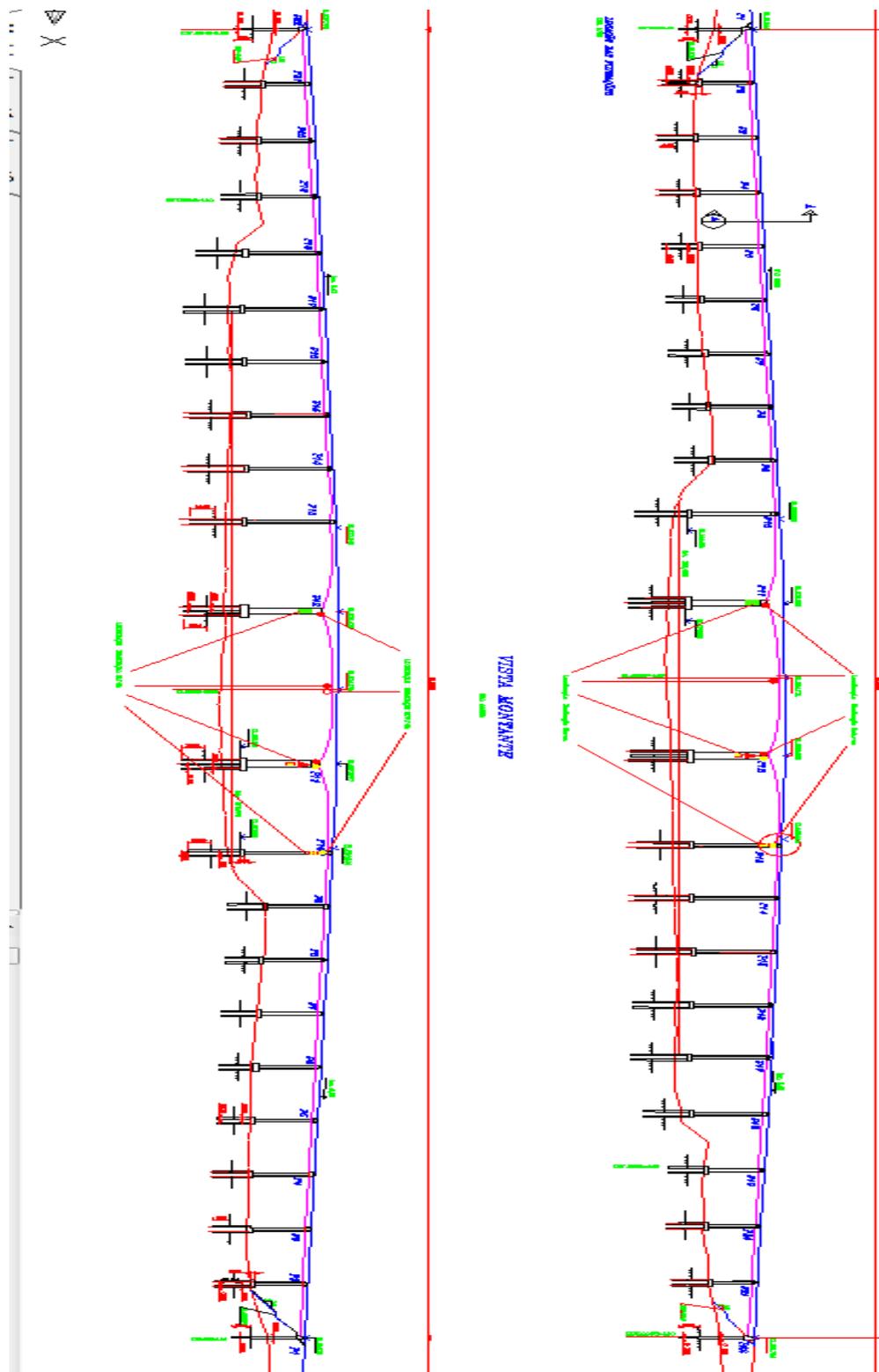
Durante a visita técnica, foi observado que na ponte mais extensa haviam dois tipos de juntas de dilatação, porém nas extremidades da ponte as juntas estavam parcialmente cobertas por pavimentação asfáltica. Através de verificação local e informações da Secretaria de Infraestrutura do estado do Tocantins foi possível identificar dois tipos de junta, a que mais se repete no decorrer da ponte é a junta JEENE JJ 3550 VV, onde foram quantificadas dezoito unidades localizadas nos pilares de 1–9, e após o arco, nos pilares de 14-22.

Há também a Juntaflex de elastômero armado MEPEL J-200 que se repete duas vezes no centro da ponte, esta que é capaz de absorver maiores deformações e está localizada abaixo dos pilares dez e treze, na extremidade dos arcos faceados ao arco central. As juntas estão dispostas sequencialmente sendo que há ao todo vinte juntas de dilatação, da 1 a 9 são juntas JEENE, que é a Junta Elástica Expansível Nucleada Estrutural, as juntas 10 e 13 são MEPEL J-200, compostas de elastômero armado, e seguindo sequência da junta 14 até a 22 continuam as juntas JEENE.

A Figura 35 mostra como estão distribuídos os pilares e as juntas de dilatação acima de cada pilar da ponte. É possível analisar com riqueza de detalhes o arqueamento da estrutura no vão central, onde as extremidades dos arcos estão apoiadas principalmente nos pilares 11 e 12, dificultando assim a instalação de uma junta, sendo que apenas acima destes pilares não existe junta de dilatação.

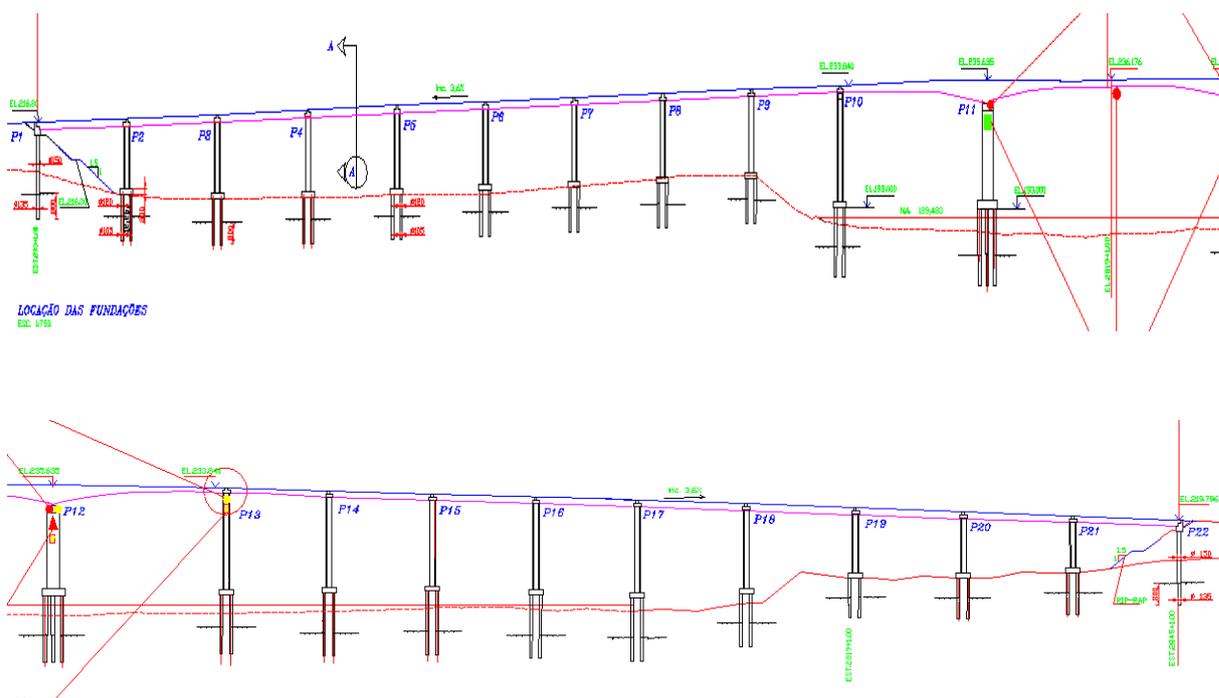
Nas Figuras 35 e 36, está disposta acima a vista de Jusante e Montante da ponte, onde aparecem todos os 22 pilares de acordo com o projeto, abaixo é mostrada a mesma imagem com zoom ampliado, para melhor visibilidade do projeto e do texto nele inserido, como se pode observar a seguir.

Figura 35 - Croqui com localização das juntas de dilatação da Ponte FHC.



Fonte: Secretaria de Infraestrutura do estado do Tocantins. 16 de agosto, 2016.

Figura 36 - Croqui com zoom da Ponte FHC.



Fonte: Secretaria de Infraestrutura do estado do Tocantins. 16 de agosto, 2016.

Os pilares estão enumerados de 1 a 22, sendo que acima de cada pilar há uma junta de dilatação, com exceção dos pilares 11 e 12, onde não existe junta, os pilares e fundações são feitos em concreto, e vigas longarinas de aço, com exceção da parte central arqueada, que é em concreto.

4.2 Imagens de descrição das juntas

As Juntas de dilatação foram agrupadas tendo como critério suas classes de deterioração, tipologias, além de características similares das juntas. Cada grupo de juntas apresenta um estado de danos similar e está numerado de 1 a 22, seguindo os critérios de numeração adotados no trabalho.

4.2.1 Juntaflex MEPEL J-200

4.2.1.1 Juntas MEPEL J-200 números 10 e 13.

Essa junta caracteriza-se como sendo de Elastómero armado composta que tem a descrição no item 2.1.1.10, ela é capaz de absorver grandes deformações, a estrutura elastomérica tem 80 cm de largura e se estende por toda largura da ponte, com 14 m de comprimento de junta.

O material da junta é uma mescla de borracha e uma base de cloropreno para garantir durabilidade, resistência e elasticidade à junta. A estrutura se assemelha a mostrada na figura 16.

Figura 37- Juntaflex MEPEL J-200 da ponte FHC ou Ponte da Integração e da Amizade, junta 13.



Fonte: Fotografia da Ponte da Amizade e da Integração, Palmas TO, 17 de agosto de 2016.

Na Figura 37 observa-se a junta 13 segundo numeração adotada no trabalho, nela, essa tipologia adequa-se ao elastómero armado, podemos detectar que o

material elástico responsável pela selagem e proteção dos pernos de fixação está deteriorado, eles são designados para proteger as barras transversais do sistema anti-levantamento e porcas que fixam a estrutura no betão.

Também é possível verificar o acúmulo de detritos, que é prejudicial à trabalhabilidade da estrutura como um todo, pois como a junta é constituída de material flexível, os detritos limitam a movimentação do elastómero causando a não absorção dos movimentos que a junta deve suportar.

A argamassa de alto desempenho que assenta a junta também apresenta sinais de deslocamento e deterioração, é possível observar que no lado esquerdo da junta mostrada na Figura 36 há a perda de material provocado pelo grande fluxo de veículos através do atrito entre os pneus e a argamassa, essa perda é progressiva, alavancada ainda pela influência térmica e intemperismo, o que degradou a estrutura.

Deve-se observar também o tempo de verificação de manutenção da junta, que nesse caso é de 2 em 2 anos, e após o tempo de vida útil deve ser anualmente.

A junta 10, de acordo a numeração do trabalho, apresenta melhores condições que a 13, como mostrado na Figura 37, pois a argamassa de assentamento apresenta-se em condições razoáveis e o material selante que cobre a estrutura dos pernos e barra de fixação apresenta-se em boas condições, é possível notar o acúmulo de detritos assim como na junta 13, porém o estado físico da junta é aceitável, a junta também não apresenta manchas de umidade ou infiltração, o que mostra que o sistema de vedação está funcionando adequadamente.

A Junta MEPEL J-200, admite movimentos de fluência, retração e dilatação térmica de até 110 mm como se pode observar no item 2.1.1.10, na Figura 18, ela apresenta resistência bem mais elevada que as juntas do tipo JEENE, pois o estado de conservação está bem mais satisfatório, em termos de movimentação estrutural também se mostra eficaz, pois não apresenta trincas ou fissuras relativas a movimentações que excedem a capacidade da mesma. Nas Figuras 38 e 39 é possível visualizar melhor o aparelho de junta de dilatação.

Figura 38 - Juntaflex MEPEL J-200, junta 10.



Fonte: Fotografia da Ponte FHC, Palmas TO, 17 de agosto de 2016.

Figura 39 - Juntaflex J-200 de número 10 da Ponte FHC.



Fonte: Fotografia da junta 10 da Ponte FHC, Palmas TO, 17 de agosto de 2016.

4.2.2 Juntas JEENE JJ 3550 VV

4.2.2.1 Juntas JEENE JJ 3550 VV números 1 e 22.

Foi verificado que na Ponte da Amizade e da Integração, no trecho de 1044 metros, existem dezoito juntas do tipo JEENE, serão compiladas as fotos das juntas que apresentarem características de situação e deterioração semelhantes, então as fotos serão divididas em grupos que apresentem uma uniformidade de características, pois muitas das juntas apresentam estados semelhantes.

Observou-se que nas juntas da extremidade da ponte, nas juntas 1 e 22, foi feito uma intervenção após a instalação, foi executado o cobrimento da junta com pavimentação asfáltica no intuito de minimizar a exposição da mesma ao intemperismo e ao atrito com os pneus dos veículos que trafegam na ponte, como mostrado na figura 40.

Figura 40 - Junta JEENE número 1, coberta com emulsão asfáltica à esquerda e descoberta no passeio, à direita.



Fonte: Fotografia da junta número 1 da Ponte FHC. Palmas TO, 17 de agosto 2016.

Na Figura 40 é possível observar que a pavimentação executada sobre a junta apresenta descontinuidade e desnivelamento com o a pavimentação da ponte, esse fator resulta na emissão de ruídos que são desconfortáveis ao condutor do veículo que transita na ponte, além do próprio desnivelamento transmitir insegurança na travessia. São observáveis também ondulações provocadas pela influência térmica, tensões exercidas no pavimento, na junta e acomodação do material que cobre a junta. A cobertura de uma Junta do tipo JEENE não é aconselhável, pois os vazios que compõem a junta tem a finalidade de absorver as movimentações apresentadas no item 2.1.1.13, no referencial teórico, estes espaços são projetados para melhor acomodar os movimentos e se estiverem preenchidos por qualquer tipo de material, mesmo expansíveis como emulsões asfálticas, acabam por diminuir o desempenho da peça.

No passeio foi optado por não colocar emulsão asfáltica sobre a junta, pois não está sujeita ação deteriorante dos veículos, então a junta está em condições satisfatórias como é possível observar a direita da Figura 40.

Já na junta número 22, seguindo numeração do pilar, que recebeu o mesmo tratamento da junta 1, é observável um estado de deterioração mais avançado como mostra a Figura 41.

Figura 41 - Junta JEENE número 22 à esquerda, medição com escalímetro à direita.



Fonte: Fotografia da junta 22 da Ponte FHC. Palmas, 17 de agosto de 2016.

Na junta 22 o revestimento asfáltico já se deslocou quase totalmente, e a junta está exposta. A ação dos veículos é bastante agressiva, porém não danificou muito a estrutura da junta em si, mas parcialmente a pavimentação contígua à junta, nota-se a deterioração também da argamassa de suporte da junta, a direita da Figura 41 observa-se que a largura do lado direito é superior a do lado esquerdo, constatando-se a perda de material.

Nesse trecho é também a extremidade da ponte, nota-se uma fissura a direita da junta, e paralela à mesma na Figura 41, foto à esquerda, em anamnese é possível observar que como na extremidade há um encontro de materiais com diferentes coeficientes de dilatação e retração, no caso um aterro e a ponte, como pode ser observado na Figura 32, maximizou-se a movimentação decorrente de tensões, influência térmica recalques diferenciais e rotações que ocorrem nesse tipo de caso.

É possível também observar que houve acúmulo de detritos provocado pela desagregação do material da estrutura da junta e sedimentos trazidos pelo vento e pelos veículos que trafegam na ponte.

4.2.2.2 Juntas JEENE JJ 3550 VV números 2, 4, 5 e 6.

Estas juntas apresentam características muito semelhantes, logo foram agrupadas a fim de ter melhor explicação dos seus estados atuais e tornando o trabalho menos repetitivo.

As juntas apresentam deslocamento parcial da argamassa polimérica, elas sofreram desgastes na estrutura total da junta tanto na argamassa quanto nos perfis, esse desgaste é progressivo e como as juntas não foram reparadas ao decorrer dos anos, ele foi aumentando.

Nessas juntas não ocorreu o rompimento total dos perfis elastoméricos, porém seu desempenho foi seriamente afetado, sendo a reestruturação da junta a única alternativa para sanar o problema.

Constatou-se que esse tipo de junta JEENE, não se fez eficaz na ponte FHC, pois mesmo que com danos variados, menores ou mais sérios, houve deterioração em todas as juntas de dilatação, sendo a temperatura, dilatação e retração,

maximizados pelo atrito dos pneus dos veículos, grandes responsáveis por estes danos.

Na Figura 42 é possível analisar o deslocamento da argamassa polimérica e o desgaste dos perfis elastoméricos.

Figura 42 - Juntas quatro, à esquerda e dois à direita.



Fonte: Fotografia das juntas da ponte FHC. Palmas, 17 de agosto de 2016.

4.2.2.3 Juntas JEENE JJ 3550 VV números 7, 8, 9 e 14.

Neste trecho da ponte as Juntas de Dilatação apresentam-se menos danificadas que no item anterior, pois a argamassa polimérica está em estrutura mais uniforme e a desagregação de material foi menor que nas juntas anteriores.

As juntas apresentam também sinais de deterioração, porém em menor escala que nas juntas anteriores mostradas no trabalho, no entanto a trabalhabilidade da junta não satisfaz os critérios a que foi desempenhada. É observável que não há uma grande deformação no eixo da junta, no perfil

elastomérico, como na junta quatro e nas semelhantes, isso mostra que a junta teve um desempenho um pouco melhor na absorção de deformações a ela impostas.

É possível observar também que não houve o rompimento do perfil de elastômero, mas é visto um grande acúmulo de detritos em toda a junta, mais presentes nas extremidades devido ao abaulamento, e isso pode danificar seriamente a estanqueidade da junta, como é mostrado na Figura 43.

Figura 43 - Junta JEENE número 8 esquerda, ampliada a direita.



Fonte: Fotografia das juntas da ponte FHC. Palmas, 17 de agosto de 2016.

O deslocamento dos lábios poliméricos é presente na junta, e eles de tem função de proteção física dos perfis, quando danificados comprometem totalmente o aparelho de dilatação, sendo um dos critérios para a troca da argamassa e

dependendo do estado dos perfis, a troca total da junta, sendo até mesmo, de acordo com a agressividade do meio, a substituição por outro tipo de junta de dilatação.

Na Figura 44, é possível verificar que o estado das juntas 9 e 14 são bastante semelhantes ao da junta 8, visto o estado da argamassa ou lábios poliméricos, que apresentam danos similares, assim como os perfis, como se pode ver a seguir.

Figura 44 – Junta JEENE número 9 à esquerda e 14 à direita.



Fonte: Fotografia das juntas da ponte FHC. Palmas, 17 de agosto de 2016.

Este fator pode estar ligado à proximidade em que as juntas estão, pois a junta 8 e 9 são sequenciais e a junta 14 é a primeira junta do tipo JEENE após o arco central da ponte.

É provável que os veículos tendam a diminuir a velocidade de tráfego ao passar pelo ponto mais alto da ponte mais extensa, único trecho onde não há

acostamento, logo o atrito dos pneus dos veículos será menor causando menos avarias a estrutura da junta, por isso apresenta-se em melhores condições que as juntas das extremidades.

4.2.2.4 Juntas JEENE JJ 3550 VV números 16, 17, 18 e 19.

As juntas de dilatação nesse trecho apresentam condições similares as que as antecedem, entretanto esta similaridade não é uniforme, nem tão somente devido à proximidade entre elas, visto que a junta 15 não está nesta subdivisão, pois existem muitos fatores que contribuem para a deterioração das juntas de dilatação, como intemperismo, temperatura e forças externas.

Nessas juntas a estrutura se apresenta em melhores condições que todas as outras anteriores ou sequenciais, a argamassa polimérica sugere níveis baixos de deterioração e mostra-se mais eficaz, houve sim danos, entretanto menores que nas outras juntas. Uma maneira de reparo seria a recuperação ou troca dos lábios poliméricos já que os perfis não mostram danos tão severos, em análise mais profunda pode-se até encontrar algum que precise de troca, mas por verificação visual estão em estado bem melhor que o restante dos perfis da ponte, como se pode observar na Figura 45.

Figura 45 - Juntas JEENE número 16 à esquerda, ampliada a direita.



Fonte: Fotografia das juntas da ponte FHC. Palmas, 17 de agosto de 2016.

Na Figura 45, a esquerda observa-se o acúmulo de detritos, que foi presente em todas as juntas de dilatação tipo JEENE, entretanto o perfil não apresenta grandes desvios do seu eixo central. É visto que há uma perda de massa na foto da esquerda, no lado esquerdo da junta 16, nota-se que houve uma desagregação da argamassa polimérica e por isso a perda de massa.

A Figura 46 mostra as juntas 18 e 19, as deteriorações destas juntas são quase idênticas as da junta 16, como se pode ver a seguir.

Figura 46 - Juntas JEENE número 18 à esquerda e 19 à direita.



Fonte: Fotografia das juntas da ponte FHC. Palmas, 17 de agosto de 2016.

Na junta 18, observa-se que houve um rompimento da argamassa próximo ao centro da pista, porém o perfil não foi afetado, há também uma desagregação de material próximo ao rompimento, podendo-se visualizar o estreitamento do lábio polimérico devido à perda de massa.

A junta 19 apresenta estrutura homogênea, mas também com desagregação da argamassa polimérica. Nota-se também uma grande desagregação na

pavimentação, isso decorre do material apresentar uma resistência inferior à necessária, essa desagregação pode ser também devido às águas pluviais, que devido ao abaulamento se aglomera naquele trecho e escoar através da junta, que não apresenta a estanqueidade requerida.

4.2.2.5 Juntas JEENE JJ 3550 VV números 3, 15, 20 e 21.

Estas são as juntas que apresentam os maiores índices de deterioração, elas expõem danos severos na estrutura e nos perfis. As juntas não tem capacidade de absorver os esforços solicitados, por isso há necessidade de substituição.

As juntas apresentam várias patologias, como deslocamento da argamassa polimérica, rompimento dos perfis elastoméricos e dos lábios de proteção física, deslocamento do eixo central da junta de dilatação e acúmulo de detritos, como mostra a Figura 47.

Figura 47 - Junta JEENE número 3 à esquerda, ampliada a direita.



Fonte: Fotografia das juntas da ponte FHC. Palmas, 17 de agosto de 2016.

A junta três, a imagem à esquerda, mostra danos severos na estrutura, de acordo a Figura 47, é possível visualizar o rompimento dos lábios poliméricos, que são a proteção física da junta assim como do perfil de elastômero, isso impossibilita a capacidade de absorção de tensões e deformações da junta.

É possível notar que no trecho central da rodovia inexistente junta, tendo somente uma fenda de dilatação na estrutura da ponte, logo a junta não é estanque e as águas pluviais passarão através da fenda, que está coberta por detritos, este fenômeno pode resultar em danos na estrutura da ponte e no concreto.

Sabe-se que o excesso de umidade é extremamente danoso ao concreto, podendo causar patologias como manchas de bolor, limo, eflorescências e diversos tipos de fissuras, pois diminuem a resistência do concreto com o decorrer do tempo. Mesmo que o sistema de escoamento seja correto, como o abaulamento da pista e tubos de escoamento distribuídos sequencialmente, com distâncias adequadas entre eles e inclinação correta, parte da água ainda vai escoar através da fenda da junta, aumentando a umidade e danificando o concreto e a junta. Com o acúmulo de detritos, podem ocorrer reações químicas que maximizam estes danos.

Observa-se também que parte do perfil elastomérico está solto na rodovia, na Figura 47, a esquerda, na parte inferior da foto é possível visualizar um pedaço do perfil que compunha a junta, com isso, há risco de acidente dos veículos que transitam na ponte, principalmente os menores, como motocicletas.

Com o deslocamento, grandes pedaços da argamassa polimérica podem ficar na soltos na rodovia aumentando também o risco de acidentes. O grande acúmulo de detritos com granulometria variada no centro da rodovia pode causar danos nos veículos, pois com o tráfego em velocidade elevada os detritos são projetados para trás, podendo atingir algum veículo e causar acidentes.

É possível ver também que com a ausência de junta no trecho central da rodovia restou o berço de molde dos lábios poliméricos, ele está com nivelamento inferior ao da pista, logo, com o trânsito dos veículos, ao passarem pelo desnivelamento os pneus produzem um ruído elevado, causando desconforto e insegurança ao condutor do veículo.

Na foto da direita, na Figura 47, é possível visualizar também o pedaço de perfil solto na pista, assim como, com o auxílio do escalímetro a largura da junta de dilatação, que é aproximadamente 27 cm.

É sabido que a junta de dilatação JEENE, trabalha na compressão, nessa tipologia os perfis ficam pressurizados pelos lábios poliméricos desde a instalação, e vão se adaptando as deformações e irregularidades, está compressão é que garante a aderência dos perfis, com a ausência dos lábios, a junta não estará mais comprimida e não absorverá mais as movimentações estruturais. A Figura 48 mostra as juntas 15 e 21, onde os danos se assemelham aos da junta três.

Figura 48 - Juntas JEENE número 15 à esquerda e 21 à direita.



Fonte: Fotografia das juntas da ponte FHC. Palmas, 17 de agosto de 2016.

Na figura 48 é possível visualizar que as deteriorações dessas juntas também se mostram em níveis avançados, maximizados pela falta de manutenção. É notória a que estas juntas apresentam danos similares aos da junta três, como o rompimento do perfil elastomérico e a ausência da argamassa que forma a parede da junta.

Na junta 15, à esquerda, houve o afundamento do perfil, que ficou encoberto por detritos da junta, ocorre que com a ausência das paredes da junta, que

garantem a aderência, o perfil se desprende da estrutura e entrou na fenda de dilatação, não estando mais em compressão.

Estes juntas não estão mais absorvendo os movimentos térmicos e do concreto, logo há necessidade de substituição, toda a estrutura está deteriorada não podendo mais ser recuperada.

Na junta 21, a argamassa inexistente em quase toda extensão, a fenda de dilatação está exposta não havendo nenhuma estanqueidade na junta e as águas pluviais estão escoando pela fenda. Uma das consequências desse fator já é visível na parte inferior da foto da junta 21, observa-se a proliferação de vegetação no espaço da junta de dilatação, isso ocorre com a junção de dois fatores, sendo o acúmulo de detritos e o aumento de umidade na área da junta um dos responsáveis por essa patologia.

4.2.3 Roteiro de manutenção preventiva e corretiva.

A junta de dilatação, para funcionar corretamente e assim ter seu tempo de vida prolongado, deve cumprir alguns critérios de execução e manutenção. Na ponte Fernando Henrique Cardoso, existem três tipologias de juntas, sendo elas, Junta JEENE, Junta de Elastômero Armado Composta e as juntas dos Vazantes, que são abertas e cobertas com pavimentação.

Cada tipo de junta deve receber manutenção e métodos de instalação e execução adequados, pois a manutenção preventiva começa na execução. Respeitar os métodos de execução é essencial para que a junta tenha um desempenho eficaz, no caso da Junta JEENE, que trabalha em compressão, deve-se analisar qual perfil melhor se adequa as deformações de projeto.

4.2.3.1 Manutenção preventiva e corretiva da junta JEENE JJ 3550 VV.

Na ponte FHC, foi utilizada a Junta JEENE VV 3550, que tem 35 mm de largura e absorve deformações que variam de 20 a 55 mm, como exposto no item 2.1.1.13, Figura 24. É possível ter uma melhor visualização da junta na Figura 49, que mostra a junta número 22 em perfil.

Figura 49 - Junta JEENE número 22.



Fonte: Fotografia das juntas da ponte FHC. Palmas, 17 de agosto de 2016.

A junta 22 não foi coberta por pavimentação asfáltica no passeio da ponte, logo na Figura 49 é possível ter uma boa visualização do perfil.

A Tabela 3 mostra como podem ser realizadas as manutenções das Juntas de dilatação do tipo JEENE.

Tabela 3 - Tabela de Manutenção Preventiva de Juntas JEENE JJ 3550 VV.

INSTALAÇÃO	Na instalação da junta JEENE, deve-se utilizar um reforço nas bordas do concreto, os Lábios Poliméricos, eles são formulados para suportar cargas especiais e tem baixo índice de porosidade.
------------	---

NIVELAMENTO	Nivelar e desempenar a argamassa para evitar ondulações, esperar o tempo de cura adequado para então colocar os perfis, e recuperar eventuais trincas na estrutura próxima às juntas.
PERFURAÇÕES	Evitar perfurações ou instalação de peças ou equipamentos próximos à junta, pois com isso os a argamassa de suporte da junta pode perder resistência, pode se deslocar ou começar a se desagregar, e com o prolongamento do tempo os danos maximizam.
ALINHAMENTO	O alinhamento adequado, visto que qualquer desvio de eixo pode prejudicar a estanqueidade da junta.
ESTANQUEIDADE	Na inspeção verifica-se se o sistema de drenagem da junta está funcionando corretamente, para que as águas pluviais não se alojem em algum ponto da junta, não percolem pela estrutura e não escoem pela fenda da junta, além disso, com o acúmulo as águas podem ficar poluídas e danificarem o concreto e a pavimentação por meio de reação química.
ACÚMULO DE DETRITOS	O acúmulo de detritos é bastante prejudicial à junta, na inspeção deve-se observar se a fenda da junta está obstruída por detritos, pois além de prejudicar a estanqueidade da junta eles limitam as movimentações.

JUNTAS DANIFICADAS	Devem-se observar as juntas danificadas, se a trabalhabilidade foi afetada, e o nível de deterioração, o inspetor deve verificar as possíveis causas dos danos para eliminar a fonte do problema e então fazer os devidos reparos ou substituição da junta de dilatação.
--------------------	--

Fonte: Tabela elaborada para o trabalho de conclusão de curso. Palmas, 26 de novembro de 2016.

Os lábios são formados por uma argamassa de base epóxi que tem elevada dureza e resistência, se a estrutura da junta for executada em concreto comum ela não resistirá aos esforços e deformações solicitados. A Tabela 4 mostra os métodos de manutenção corretiva nas Juntas do tipo JEENE.

Tabela 4 - Tabela de Manutenção Corretiva da Junta JEENE JJ 3550 VV.

ARGAMASSA POLIMÉRICA	Se na inspeção for verificado que a argamassa de alta resistência está danificada, observa-se se o perfil ou junta elastomérica foi atingido pelos danos, se não, troca-se apenas a argamassa polimérica refazendo os lábios ou paredes das juntas, se toda a estrutura está deteriorada, incluindo o neoprene, substitui-se a peça.
PERFIL ELASTOMÉRICO	Se o perfil de elastômero estiver comprometido, deteriorado ou rompido, deve ser feita a substituição do mesmo.

JUNTA COMPLETA	Se os lábios poliméricos e os perfis elastoméricos estiveram rompidos, deve ser feita a substituição da junta completamente. Se a junta não estiver atendendo as solicitações deve-se fazer a troca de tipologia de junta.
----------------	--

Fonte: Tabela elaborada para o trabalho de conclusão de curso. Palmas, 26 de novembro de 2016.

4.2.3.2 Manutenção Preventiva e Corretiva da Junta MEPEL J-200.

A manutenção da Junta de Elastômero Armado MEPEL J-200, é bastante semelhante com a da junta JEENE, pois a maioria dos danos e patologias atacam a estrutura de maneiras semelhantes, porém os métodos de instalação, que é onde a manutenção preventiva se inicia são diferentes, como exposto na Tabela 5.

Tabela 5 - Tabela de Manutenção Preventiva da Junta de Elastômero Armado MEPEL J-200.

BERÇO DE FIXAÇÃO	O berço de fixação da junta é executado em argamassa de alta resistência, e no berço deve haver um espaço mais largo que na da fenda para o alojamento da junta.
PERFIL DE ELASTÔMERO ARMADO	O perfil é preso por parafusos, porcas e arruelas, que são fixados na argamassa de alta resistência.

PARAFUSOS DE FIXAÇÃO	Durante a inspeção das juntas de elastômero armado deve-se verificar a fixação dos parafusos, e se estão cobertos por elastômero para que não haja oxidação.
NIVELAMENTO	Nivelar e desempenar a argamassa de alta resistência para evitar ondulações, esperar o tempo de cura adequado para então colocar os perfis, e recuperar eventuais trincas na estrutura próxima às juntas.
ESTANQUEIDADE	Na inspeção verifica-se se o sistema de drenagem da junta está funcionando corretamente, para que as águas pluviais não se alojem em algum ponto da junta, não percolem pela estrutura e não escoem pela fenda da junta, além disso, com o acúmulo as águas podem ficar poluídas e danificarem o concreto e a pavimentação por meio de reação química.
ACÚMULO DE DETRITOS	O acúmulo de detritos é bastante prejudicial à junta, na inspeção deve-se observar se a fenda da junta está obstruída por detritos, pois além de prejudicar a estanqueidade da junta, eles limitam as movimentações que ela deve absorver podendo em casos extremos causarem fissuras na junta.

JUNTAS DANIFICADAS	Devem-se observar as juntas danificadas, se a trabalhabilidade foi afetada, e o nível de deterioração, o inspetor deve verificar as possíveis causas dos danos para eliminar a fonte do problema e então fazer os devidos reparos ou substituição da junta de dilatação.
--------------------	--

Fonte: Tabela elaborada para o trabalho de conclusão de curso. Palmas, 26 de novembro de 2016.

Se as juntas de Elastômero Armado MEPEL J-200 apresentarem sinais de ineficiência, grandes manifestações patológicas ou não atender as solicitações de projeto elas dever receber manutenções corretivas, como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 - Tabela de Manutenção Corretiva das Juntas de Elastômero Armado MEPEL J-200.

METAIS DA JUNTA	As Juntas de Elastômero Armado Compostas devem ter seu perfil totalmente envolto pelo material flexível e vedante, como neoprene e elastômero, os parafusos de fixação e todas as partes metálicas devem estar cobertas por este material para evitar a oxidação.
COBRIMENTO COM NEOPRENE	No caso dos materiais expostos ao intemperismo, verifica se os metais oxidaram, se sim, efetua-se a troca dos metais e refaz-se o cobrimento com neoprene, se não, apenas cobre-se os metais com material vedante flexível.

ARGAMASSA DE ALTA RESISTENCIA	Se na inspeção for verificado que a argamassa de alta resistência está danificada, observa-se se o perfil ou junta elastomérica foi atingido pelos danos, se não, troca-se apenas a argamassa polimérica refazendo os lábios ou paredes das juntas, se toda a estrutura está deteriorada, incluindo o neoprene, substitui-se a peça.
JUNTA COMPLETA	Se a argamassa de alta resistência e os perfis elastoméricos armados estiveram rompidos, deve ser feita a substituição da junta completamente. Se a junta não estiver atendendo as solicitações deve-se fazer a troca de tipologia de junta.

Fonte: Tabela elaborada para o trabalho de conclusão de curso. Palmas, 26 de novembro de 2016.

4.2.3.3 Manutenção Preventiva e Corretiva em Juntas Abertas.

As Juntas Abertas também apresenta métodos de manutenção semelhante ao das outras juntas, porém há especificidades quanto ao material da junta e os métodos de instalação, como mostra a Tabela 7.

Os materiais das Juntas Abertas podem ser diferentes, mas mantendo-se na mesma tipologia, com isso, os métodos de instalação e manutenção se tornam diferentes com relação as outras juntas, no que tange á execução e manutenções preventivas, no caso de deterioração geralmente acontece a substituição das juntas.

A Tabela 7 mostra os tipos de manutenção preventiva mais indicados para a Junta Aberta.

Tabela 7 - Métodos de Manutenção Preventiva para Juntas de Dilatação do tipo Abertas.

ESTANQUEIDADE	Nas Juntas Abertas é indicado, mesmo que não seja obrigatório a essa tipologia, a instalação de um material de vedação na fenda de dilatação, pois mesmo aberta, seu uso será otimizado se a estrutura for estanque.
CANTONEIRAS	Analisa-se o estado das cantoneiras metálicas ou do concreto que estrutura as paredes da junta, pois não pode haver fissuras, lascamento ou danos nos cantos da fenda de dilatação.
ACÚMULO DE DETRITOS	O acúmulo de detritos é bastante prejudicial à junta, na inspeção deve-se observar se a fenda da junta está obstruída por detritos, pois além de prejudicar a estanqueidade da junta, eles limitam as movimentações que ela deve absorver podendo em casos extremos causarem fissuras na junta.
NIVELAMENTO	Os trechos que antecedem ou sucedem a junta devem estar nivelados com a mesma, para evitar a emissão de ruídos excessivos.
JUNTAS DANIFICADAS	Deve-se refazer totalmente a estrutura, ou troca-se a tipologia utilizada em projeto por uma mais eficaz.

Fonte: Tabela elaborada para o trabalho de conclusão de curso. Palmas, 26 de novembro de 2016.

Os métodos de manutenção corretiva indicado para Juntas de Dilatação do tipo Abertas é exposto na Tabela 8.

CANTONEIRAS	Deve ser refeito o berço de concreto, os cantos e recolocado novas cantoneiras metálicas.
JUNTAS SEM CANTONEIRAS	Deve ser feito reforço dos cantos com argamassa polimérica.

4.2.3.4 Inspeções em Juntas de Dilatação.

Devem-se fazer inspeções nas juntas de dilatação para verificar se o sistema está funcionando adequadamente ou se há danos na estrutura. Existem alguns tipos de inspeção:

- Inspeção de rotina: ocorrem na periodicidade programada, geralmente anualmente.
- Inspeções especiais: devem ocorrer com intervalos máximos de cinco anos, geralmente são em obras de grande porte, que é o caso da Ponte FHC.
- Inspeções extraordinárias que não são programadas.

Nas inspeções de rotina deve ser registrado um amplo documentário fotográfico, para a anamnese das juntas de dilatação, todos os dados devem ser catalogados. Ela deve ocorrer antes do tempo de vida útil da peça ser atingido ou num prazo de no máximo dois anos, e após o tempo de vida útil, anualmente.

Em todas as juntas deve-se analisar a estanqueidade, para isso, Com a falta de estanqueidade, o ambiente se torna propício para proliferação de diversas patologias relacionadas à umidade, como manchas e surgimento de micro vegetação.

Na inspeção serão verificadas todas as patologias citadas acima, estanqueidade, acúmulo de detritos, dentre outros, se eventualmente as patologias afetarem a junta, elimina-se a causa da patologia e repara-se ou substitui à junta.

5 CONCLUSÃO

As juntas de dilatação expostas no trabalho representam diversas tipologias, as quais foram descritas algumas características intrínsecas para cada uma. Elas se diferem nos métodos de instalação, materiais de composição estrutural, formato, capacidade de absorção de deformações por causas diversas, preço, disponibilidade de mercado e outros fatores, tornando necessário um estudo para determinação de qual junta melhor se enquadra no projeto. O estudo de caso foi realizado na ponte Fernando Henrique Cardoso.

Ao ser feita a verificação das juntas de dilatação e que compõem a Ponte FHC e seus estados atuais, foi constatado a quantidade de 24 juntas de dilatação subdivididas em três tipologias distribuídas em toda a extensão da ponte, aproximadamente oito mil metros. A Ponte FHC é composta por três pontes e quatro aterros, sendo duas pontes menores, vazantes, e uma extensa.

A ponte maior, que tem um mil e quarenta e quatro metros tem em sua extensão vinte juntas de dilatação, caracterizando-se duas tipologias, sendo, Junta JEENE que é a Junta Elástica Expansível Nucleada Estrutural, subtipo 3550 VV, e a outra é a Juntaflex de Elastômero Armado Composta MEPEL J-200.

Nos vazantes, são Juntas Abertas, que foram cobertas por pavimentação, foi prejudicado o seu desempenho devido ao fato de que quando é colocado um material, mesmo que flexível na fenda da junta, ela terá sua capacidade de deformação restringida, assim como ocorre com o acúmulo de detritos, minorando o desempenho esperado para a mesma.

As Juntas de Elastômero Armado Compostas foram as que apresentaram melhor desempenho, pois não apresentam danos significativos nem na argamassa de assentamento, nem na estrutura da junta. Elas têm maior capacidade de absorção de deformação do que as demais juntas, por isso foram instaladas nos maiores vãos, que se encontram no centro da ponte mais extensa.

Foi verificado apenas um início de desagregação da argamassa de alta resistência que serve de berço para a junta, e alguns parafusos de fixação apresentaram-se expostos ao intemperismo e atrito com os pneus dos veículos, estando estes sujeitos à oxidação.

As juntas do tipo JEENE são as que apresentam deteriorações mais severas, sendo que algumas estão com danos menos que outras. Aparecem diversas patologias em sua estrutura, como lascamento da argamassa polimérica, rompimento dos lábios e dos perfis elastoméricos, acúmulo de detritos, propagação de micro vegetação falta de estanqueidade, desnivelamento das juntas em relação a pavimentação, descolamento e afundamento dos perfis de elastômero, desalinhamento do eixo da junta e outros danos.

A solução para este tipo de junta seria a substituição geral das juntas, visto que está comprovado que não atendem ao desempenho solicitado em projeto, é indicado o estudo de outro tipo de junta que se adéque melhor ao projeto, se os critérios de instalação e manutenção estiverem sendo atendidos e que a causa dos danos não seja a incapacidade de absorção das deformações decorrentes das movimentações térmicas e do concreto.

Se as especificações forem atendidas, e as juntas de dilatação funcionarão de acordo com os critérios de projeto, concomitantemente promoverão um melhor desempenho de toda a estrutura da ponte, aumentando sua vida útil, ou atingindo-a sem maiores danos. O Roteiro de Manutenção Preventiva e Corretiva é bastante relevante nesse caso, expondo as particularidades e características de cada tipo de junta.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

É possível um aprofundamento e continuidade no trabalho de pesquisa a partir da análise de diversas particularidades no estudo de pontes. Temas como Estudo Patológico em Decorrência das Juntas de Dilatação das Lajes da Ponte FHC, ou Estudo de Juntas de Dilatação em diversas pontes no estado do Tocantins promovem o enriquecimento do trabalho.

Também é possível fazer um Estudo Comparativo do Impacto Estrutural em Pontes Que Possuem, e Que Não Possuem Juntas de Dilatação, assim como a Utilização do Elastômero em Pontes de Concreto Armado. Tais estudos agregam conhecimento ao estudante e conteúdo á pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

[1] NBR 13754; *Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante*. 1996, p. 05.

[2] DNIT; *Juntas de dilatação – Especificação de Serviço*. Norma 092\2006- ES. Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, 2006.

[3] FERREIRA, Carlos Manuel Sebastião; *Tipologia, instalação, funcionamento e manutenção de diversos tipos de junta de dilatação em Obras de Arte*. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil na área de especialização de estruturas. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, Dezembro, 2013, p.13-140.

[4] *Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias*. 2. ed. Ministério dos Transportes. Rio de Janeiro, 2004.

[5] *Juntas de Dilatação para Obras de Arte Especiais*. Departamento de Estradas e Rodagem do estado de São Paulo. Maio, 2006.

[6] LIMA, João Marques e BRITO, Jorge; *Classificação das Juntas de Dilatação em Obras de Arte Rodoviárias Portuguesas*. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.14, p.31-41, OUTUBRO, 2009.

[7] SIQUEIRA, Carlos Henrique; *Juntas de Dilatação: A Experiência da Ponte Rio-Niterói*. Instituto de Engenharia. Concessionária da Ponte Rio-Niterói S/A. Grupo CCR. São Paulo, Junho, 2011, p.1-36.

[8] ABNT NBR 6118; *Projeto de estruturas de concreto – procedimento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2014, p. 19-221.

[9] *Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2010, p. 156.

[10] CUNHA, Aurélio Augusto; *Estudo das Patologias em Obras de Arte Especiais do Tipo Pontes e Viadutos Estruturados em Concreto*. Projeto final submetido ao curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, Julho, 2011, 152p.

[11] SIQUEIRA, Carlos Henrique; *Juntas de dilatação: A Experiência da ponte Rio-Niterói*. [Filme, vídeo]. São Paulo, jun. 2011. 52min. color. son. Disponível em: http://www.institutodeengenharia.org.br/site/videos/exibe/cod_video/5031/canal/543/juntas-de-dilatacao-a-experiencia-da-ponte-rio-niteroi-parte-1. Acesso em: 03 de mar. 2016.

[12] The Highways Agency. Design Manual for roads and bridges. Part 6 BD 33/94 Vol. 2, Section 3, Materials and components. Her Majesty's Stationery Office, 1994.

[13] ABNT NBR 8953 *Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência*. 2015, p. 1-9.

[14] DEBS, Mounir Khalil El e TAKEYA, Toshiaki; *Introdução às Pontes de Concreto*. Texto Provisório de apoio a disciplina SET – 412. Universidade de São Paulo; Escola de Engenharia de São Carlos; Departamento de Engenharia de Estruturas. São Carlo, 2009, p. 1-110.

[15] NASCIMENTO, Emmanuel; GOMES, Eduardo; DUARTE, Macileide; LUIZ, Murilo e CARVALHO FILHO, Arnaldo Cardim de. *Elastômeros: Utilização na Construção Civil*. POLI/UPE, junho de 2011, p. 1-17.

[16] DRUZIAN, Diana Vidal; *Avaliação de Pontes no município de Florianópolis-SC por meio de Inspeção Visual*. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011, p. 1-98.

[17] Sotecnisol Engenharia. Juntas de Dilatação, 2016. Disponível em: <http://www.sotecnisol.pt/engenharia/servicos/outras-atividades/juntas-de-dilatacao/juntas-de-dilatacao/>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

[18] ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural. *Recomendações para elaboração de Projetos Estruturais de Edifícios de Concreto*. São Paulo, 2006, p. 1-11.

[19] PET Engenharia Civil UFJF. Juntas em Estruturas de Concreto. 2012. Disponível em: <https://blogdopetcivil.com/tag/junta-de-dilatacao/>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

[20] DENVER Impermeabilizantes. Denver Coat Pu Flex, 2014. Disponível em: <http://www.denverimper.com.br/files/produtos/00000010000500/43/33b6816a6f290c48c52fd1d4ee8bd4b1.pdf>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

[21] Infraestrutura Urbana. Juntas e Aparelhos de Apoio, 2013. Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/25/artigo279343-1.aspx>. Acesso em 29 de setembro de 2016, p.1-3.

[22] FONSECA, Paulo. A Utilização do Betume Modificado com Borracha em Portugal, Balanço de 5 anos de Experiência. Disponível em: http://www.crp.pt/docs/A11S96-pavimentos_33.pdf. Acesso em 29 de setembro de 2016. p. 1-11.

[23] Prezi, 2016. Disponível em: <https://prezi.com/dbxhhevfgwiw/junta-de-dilatacao/>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

[24] Estruturando Civil, 2016. Junta de Dilatação. Disponível em: <http://estruturandocivil.blogspot.com.br/2016/01/pontes-junta-de-dilatacao.html>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

7 ANEXOS