

Classificação das juntas de dilatação em obras de arte rodoviárias Portuguesas

Classification of expansion joints in Portuguese road bridges

João Marques Lima¹, Jorge de Brito²

¹*Eng.º Civil, Mestre em Construção (IST), Brisa Engenharia e Gestão S.A.*

amlima@brisa.pt

²*Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa*

jb@civil.ist.utl.pt

RESUMO: Neste artigo, é proposta uma classificação das juntas de dilatação em obras de arte Portuguesas e apresentada uma descrição dos aspectos mais importantes de cada tipo de junta. É ainda feita uma análise do mercado das juntas de dilatação rodoviárias no país.

ABSTRACT: In this paper a classification of expansion joints in Portuguese road bridges is proposed and a description of the most important aspects of each type of joint is presented. Finally, an analysis of the expansion joints market in the country is also made.

1. INTRODUÇÃO

Da bibliografia da especialidade constam várias classificações de juntas que reflectem diferentes critérios na abordagem do universo das juntas ou diferentes momentos no seu estabelecimento:

- Norma BD 33/94 (Reino Unido) [1];
- SETRA (França) [2];
- AIPCR/ATC (Espanha) [3];
- WSDOT (EUA) [4].

Da sua análise, verifica-se que nenhuma delas é totalmente ajustada ao panorama das juntas de dilatação instaladas em Portugal. Nalguns casos o número de tipos de juntas apresentado é insuficiente: a classificação inglesa exclui as juntas abertas e as juntas em chapas deslizantes e a classificação espanhola exclui as juntas abertas e as juntas sob pavimento contínuo. Noutras situações, sobretudo na classificação francesa, o agrupamento efectuado é excessivo do que resulta juntas do mesmo tipo com características bastante diferentes. Nalgumas classificações, o carácter de algumas das designações adoptadas é dúbio. A classificação proposta considera 12 tipologias de juntas de dilatação ordenadas segundo amplitudes de movimentos tendencialmente crescentes. As

designações adoptadas para as diversas tipologias foram escolhidas sobretudo a partir dos materiais utilizados e da sua morfologia. O objectivo foi separar claramente juntas com características e campos de aplicação distintos independentemente de algumas características comuns. Na Figura 1, apresenta-se um esquema indicativo de cada tipo de junta proposto.

2. CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA PROPOSTA

2.1. Juntas abertas (tipo 1)

As juntas abertas consistem no não preenchimento do espaço de junta, procedendo-se apenas ao reforço dos bordos da estrutura. Este advém da colocação de guarda-cantos, em perfis metálicos do tipo cantoneira ancorados ao betão, e de uma armadura suplementar neste (Figura 2, à esquerda). Uma variante a estas juntas consiste no preenchimento do espaço de junta com um material compressível, do tipo cortiça, numa solução antiga que foi utilizada durante bastante tempo.

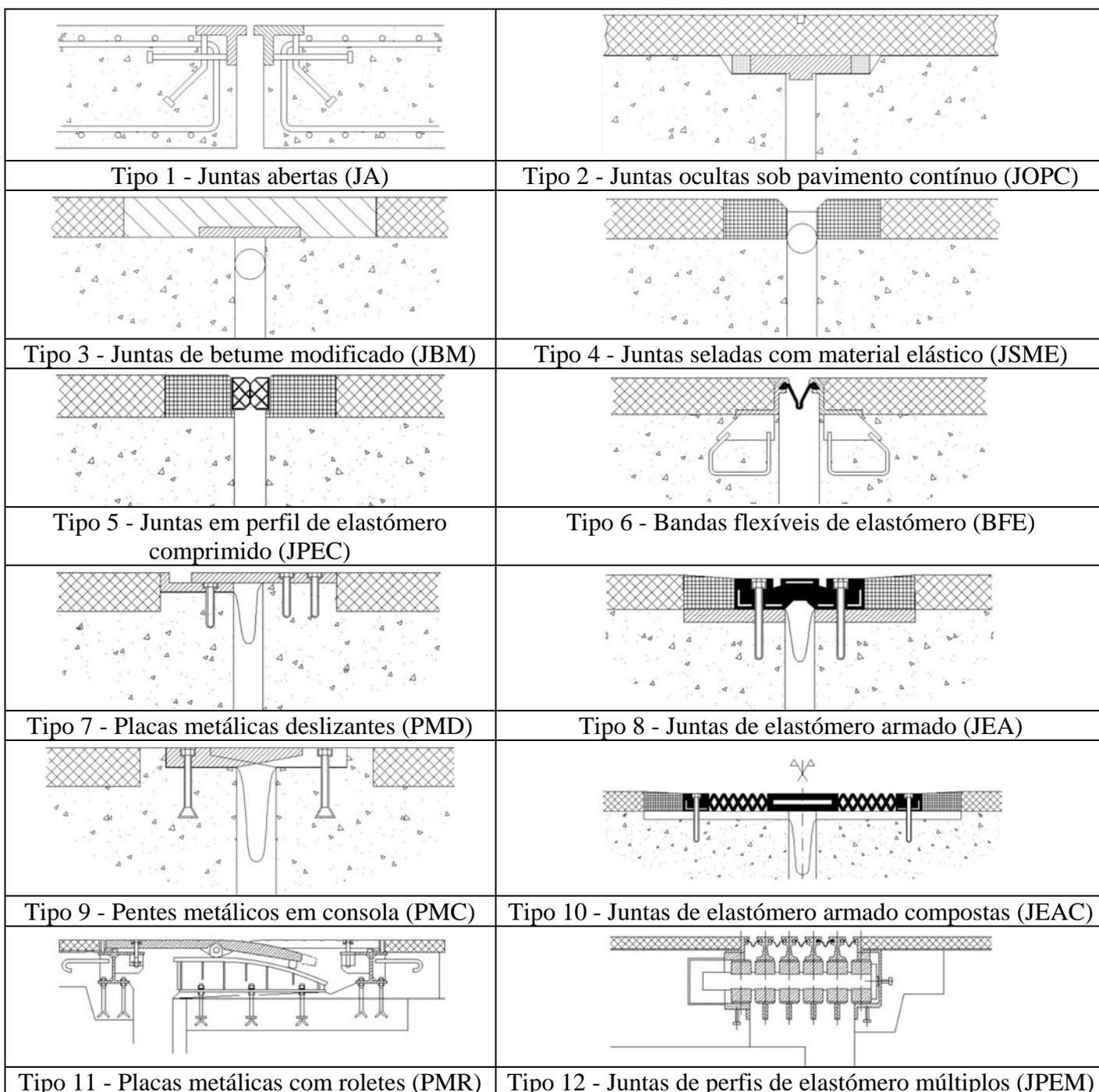


Figura 1 - Tipos de juntas: esquemas tipo [5]

Esta solução (Figura 2, à direita) tem aplicação nas juntas fixas ou com muito pequenos deslocamentos e em todos os tipos de vias incluindo auto-estradas com tráfego intenso. A norma BD 33/94 estabelece, para máximo espaço de junta aceitável para veículos motorizados, 65 mm.

2.2. Juntas ocultas sob pavimento contínuo (tipo 2)

Para movimentos até 20-30 mm, estas juntas (Figura 3, à esquerda) são uma das soluções mais

antigas. Outrora muito utilizadas, a sua aplicação é hoje muito reduzida. No entanto, existem fabricantes que as incluem no seu catálogo. Consistem em pavimentar continuamente a zona da junta com um betuminoso sendo o espaço de junta preenchido com um elemento de suporte que acomoda, paralelamente, os movimentos da junta. Esse elemento pode ser constituído por uma chapa metálica, para movimentos até 10 mm, ou por uma banda de elastômero flexível para movimentos superiores, e fica ou não rebaixado relativamente à pavimentação.

Mais recentemente, para reduzir a fissuração que é habitual ocorrer sobre o espaço de junta, inclui-se uma manta geotêxtil no pavimento e cria-se uma linha de rotura à superfície, transversal ao tráfego, preenchida com um material elástico. Dada a relativa permeabilidade dos pavimentos betuminosos, é vulgar incluir uma membrana impermeabilizante para protecção mais efectiva dos aparelhos de apoio e da subestrutura.

Esta solução era habitualmente utilizada nas juntas fixas ou com muito pequenos deslocamentos e em todos os tipos de vias incluindo auto-estradas com tráfego intenso (Figura 3, à direita). Hoje muitas destas juntas já foram substituídas por outros tipos, usualmente de betume modificado.

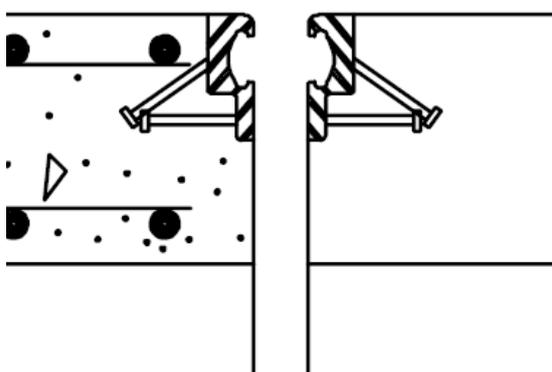


Figura 2 - Junta aberta: esquema tipo (à esquerda) e exemplo real (à direita) [5]

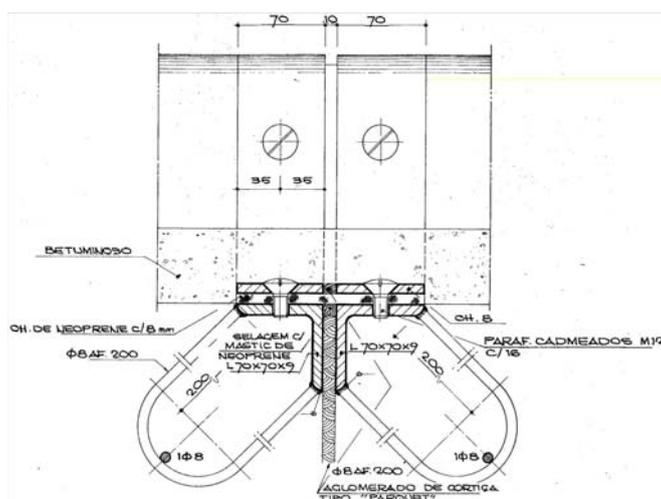


Figura 3 - Junta oculta: pormenorização de projecto (à esquerda) [6]; exemplo real já degradado (à direita) [5]

2.3. Juntas de betume modificado (tipo 3)

Estas juntas, usadas sobretudo desde os anos 70, são constituídas por betume modificado com elastómeros e agregados siliciosos ou basálticos, aplicados numa mistura a quente disposta numa banda do pavimento, previamente executada, com largura que varia geralmente entre 300 e 750 mm (Figura 4, à esquerda). Os elastómeros, borracha de neoprene vulcanizada assim como outros tipos de borrachas sintéticas e cloradas, são misturados aos asfaltos (betumes) na proporção de cerca de 25% melhorando as características de flexibilidade, elasticidade e ductilidade da junta

assim como a sua coesão e adesão às partes do pavimento ou da estrutura a vedar. Os agregados conferem endurecimento, dão corpo ao produto betume / elastómero e baixam o seu custo [7].

Após executar a caixa com as dimensões necessárias, coloca-se um cordão de material flexível que funciona como tampão, no espaço de junta, à passagem de mistura betuminosa que, durante a aplicação, se encontra num estado fluido e a temperaturas elevadas (150 a 190 °C). Sobre o cordão é colocada uma chapa metálica que permite melhor distribuir tensões e deformações na mistura betuminosa. A espessura da massa, correspondente à junta, tem valores correntes entre 50 e 100 mm e

deve corresponder acerca de 1/5 da largura da caixa. O enchimento da caixa deve ser feito por camadas e, por fim, executadas uma compactação e uma selagem superficial da junta para protecção da acção dos agentes climáticos. Por vezes, é estendida areia siliciosa de diâmetro máximo 3 mm que dá à superfície lisa uma textura granitada.

Estas juntas (Figura 4, à direita) usam-se sobretudo em estruturas de pequena extensão, já que a amplitude horizontal de movimentos permitida não deve exceder ± 25 mm. Não têm qualquer condicionalismo em termos de tráfego,

mesmo em auto-estradas com tráfego pesado. São muito usadas em substituição de outras, sobretudo se a retracção e a fluência já produziram a maior parte dos seus efeitos. Em termos verticais, os deslocamentos possibilitados são da ordem de 1/10 da amplitude horizontal. Em termos de viés, deve ter-se em conta o incremento que o ângulo provoca na largura efectiva da junta. É usual considerar-se a sua aplicação até a um ângulo de cerca de 45° mas, nesse caso, a largura da junta não deve ultrapassar 550 mm.

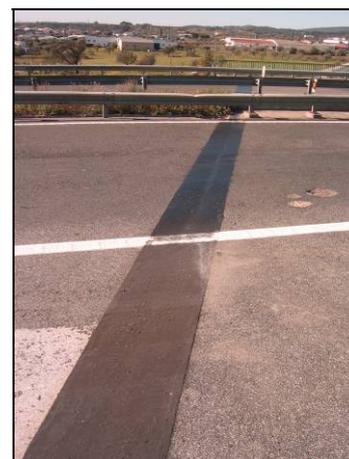
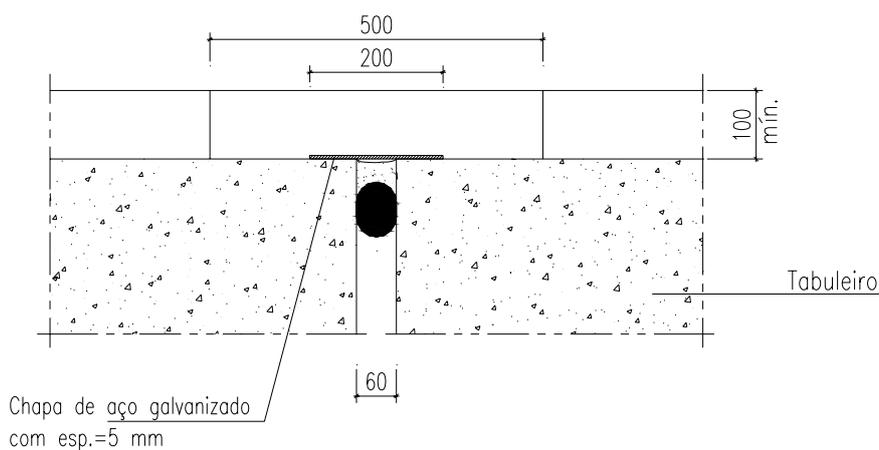


Figura 4 - Junta de betume modificado: pormenorização de projecto (à esquerda) [8] e exemplo real (à direita) [5]

2.4. Juntas seladas com material elástico (tipo 4)

Estas juntas consistem na aplicação de um cordão de um material ligado aos bordos da junta e que, pelas suas características elásticas, permite acomodar pequenos deslocamentos. Os materiais utilizados (alguns poliuretanos, silicones ou outros) devem ter estabilidade volumétrica.

Este material é colocado sobre um outro de preenchimento da junta - espuma de poliuretano ou similar - que funciona como cofragem e apoio à colocação do material elástico que deverá ser auto-nivelante. A selagem deste pode ser efectuada directamente contra o betão, contra perfis metálicos, tipo cantoneira, devidamente ancorados ou, caso o pavimento seja betuminoso asfáltico, como é mais frequente, contra uma caixa, previamente executada, em argamassa de retracção compensada e de alta resistência (Figura 5). A colocação do material elástico está limitada a larguras entre 20 e 70 mm e as espessuras vulgarmente utilizadas variam entre 15 e 20 mm. Apesar de no passado ter sido um tipo de junta

muito “popular”, hoje em dia quase não é utilizado.

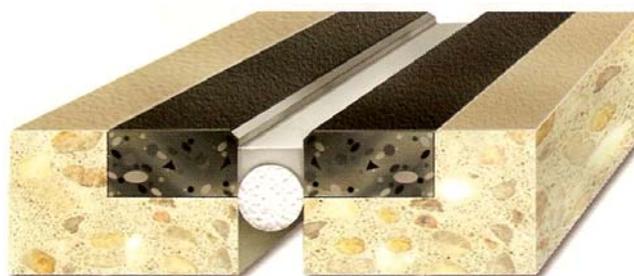


Figura 5 - Esquema de junta à superfície selada com material elástico (adaptado de [9])

Estas juntas têm uma utilização limitada a pontes de pequena dimensão e de tráfego ligeiro ou a passagens pedonais. Não devem possuir amplitudes superiores a ± 5 mm, horizontalmente, e a ± 1 mm, verticalmente. Já em termos de viés, não existem limitações. Os fabricantes anunciam, no entanto, valores superiores para a amplitude horizontal máxima, da ordem dos ± 13 mm.

2.5. Juntas em perfil de elastómero comprimido (tipo 5)

Estas juntas (Figura 6, à esquerda), do final dos anos 60, consistem num perfil alveolar, de borracha natural ou sintética, encaixado entre os bordos da junta. Este, assente sobre saliências preparadas em cada bordo, deve ser instalado para

que se mantenha em compressão para qualquer movimento da junta e a sua superfície superior nunca ultrapasse a cota do pavimento. Os perfis de borracha são colocados entre cantos em argamassa, epóxida ou de alta resistência e não retráctil, ou, menos frequentemente, entre perfis metálicos do tipo cantoneira (Figura 6, à direita).



Figura 6 - Juntas em perfil de elastómero comprimido: esquema (à esquerda) (adaptado de [9]) e exemplo real (à direita) [5]

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.

Estas juntas têm um campo de aplicação vasto, que inclui pontes e passagens pedonais, edifícios, túneis e estações de tratamento de águas e esgotos. Não tendo limitações ao nível do tráfego, que pode variar entre ligeiro a intenso e pesado como nas auto-estradas, têm amplitude de movimentos reduzida com intervalo corrente entre 15 e 50 mm.

Uma regra corrente, apresentada pela *Asociación Técnica de Carreteras* [3], prevê que estas juntas suportem um comprimento de influência até 60 m, no caso de pontes de betão armado pré-esforçado, até 100 m em estruturas mistas e até 125 m no caso de pontes metálicas. Em termos de máximos deslocamentos verticais permitidos, estas juntas não ultrapassam os ± 3 mm e, para o viés, o ângulo máximo recomendável é de 30° .

2.6. Bandas flexíveis de elastómero (tipo 6)

Estas juntas consistem numa banda de elastómero fixa aos bordos laterais através de elementos rígidos: blocos de elastómero armado ou perfis metálicos de aço / alumínio (Figura 7, à esquerda).

Se os elementos laterais são perfis metálicos, há duas hipóteses: os perfis e respectivos conectores são instalados numa banda de transição ao nível do pavimento e por isso indicados para casos de substituição de juntas; ou os perfis ficam instalados sob o pavimento e são ancorados à estrutura de betão. Neste caso, pela necessidade de aplicar o betuminoso numa fase posterior à instalação da junta, são indicadas para construções novas. Se os elementos rígidos são de elastómero armado, as bandas flexíveis e os blocos são um único elemento (Figura 7, à direita). Esses blocos são usualmente fixos à estrutura subjacente com pernos de ancoragem. A continuidade com o pavimento é garantida através de bandas de transição em argamassa apropriada.

Estas juntas podem ser aplicadas em pontes com tráfego intenso e pesado. Atingem usualmente cerca de ± 50 mm de amplitude horizontal máxima. A *Asociación Técnica de Carreteras* [3] prevê que estas juntas, fixas a perfis metálicos, possam suportar um comprimento de influência até 60 m, em pontes novas de betão armado pré-esforçado, até 100 m em estruturas mistas e até 125 m no caso

de pontes metálicas. Nas juntas com bordos de elastômero, esses valores são ligeiramente superiores, 90, 140 e 175 m, respectivamente. Estas juntas atingem ± 10 mm de máximo

deslocamento vertical. O ângulo de viés máximo recomendável varia entre 30° e 45° consoante se tratem de juntas com bordos em elastômero ou metálicos.

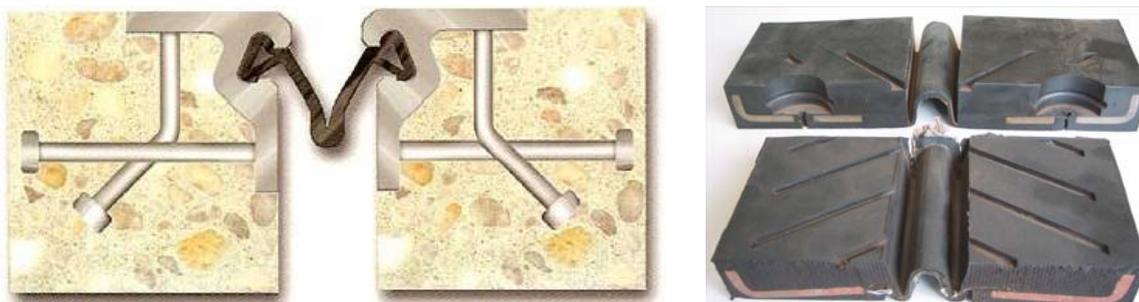


Figura 7 - Banda de elastômero entre perfis metálicos (à esquerda) (adaptado de [9]) e bandas com blocos de elastômero armado (à direita) [5]

2.7. Placas metálicas deslizantes (tipo 7)

Estas juntas consistem em duas placas metálicas, deslizando uma sobre a outra, em que cada uma está ancorada à estrutura, de cada lado da junta. A placa superior, ao nível do pavimento, assenta e desliza sobre a placa inferior podendo, na zona do encaixe, ter ou não dentes (Figura 8). Quando têm dentes, estes ficam de nível. As placas metálicas podem ainda ser revestidas a elastômero.

Quanto à instalação da junta, quando no encaixe não existem dentes, é impreterível que esta seja efectuada para que o trânsito encontre primeiro a placa superior e só depois a inferior.

Estas juntas usam-se sobretudo em pontes com tráfego ligeiro a médio ou pontes pedonais. A sua concepção, extremamente simples, é idêntica àquela que é utilizada nos cobre-juntas de passadiços e de perfis tipo New Jersey nos separadores centrais de auto-estradas.



Figura 8 - Juntas de chapas deslizantes sem dentes (à esquerda) e com dentes (à direita) [5]

2.8. Juntas de elastômero armado (tipo 8)

Estas juntas são constituídas por módulos prismáticos de elastômero vulcanizado a chapas metálicas dispostas em planos horizontais. Esses módulos têm recortes a partir dos quais a junta se

deforma. As chapas metálicas, geralmente em aço mas também em alumínio, conferem a rigidez e resistência necessárias à transmissão das cargas do tráfego. Alguns fabricantes dividem estas juntas em dois subtipos: de corpo simples ou de corpo duplo, consoante a sua dimensão (Figura 9).

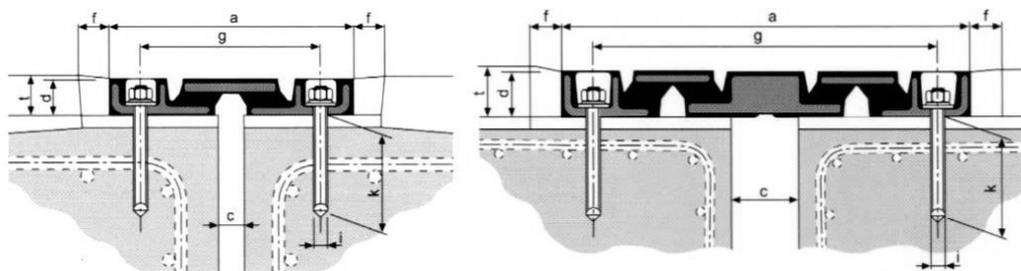


Figura 9 - Juntas de elastômero armado Multiflex SBT (adaptado de [10])

As juntas incluem, na sua extremidade, furos por onde passam pernos de ancoragem que as fixam ao betão subjacente. As cabeças das ancoragens ficam em aberturas que, após a fixação, são seladas com tampões no mesmo material da junta ou com um fluido elástico evitando assim a oxidação dos elementos metálicos, facilitando no 1º caso operações de manutenção da junta.

Inferiormente, as juntas assentam numa mesa em argamassa de características especiais e, lateralmente, em bandas de transição executadas na mesma argamassa ou com outro produto apropriado. Entre a junta e o leito de assentamento, alguns fabricantes propõem a colocação de uma chapa inox, ligada através de resina epóxida, solução extremamente favorável pelo menor desgaste do elastômero por abrasão e regularidade do assentamento.

Estas juntas, provavelmente hoje as de maior utilização, são aplicáveis em pontes com movimentos médios ou grandes e com qualquer tipo de tráfego. Cobrem amplitudes horizontais de 20 mm a 350 mm. Relativamente ao viés, não têm praticamente qualquer limitação em termos de ângulo máximo, ainda que esse ângulo diminua a amplitude longitudinal da junta.

2.9. Pentes metálicos em consola (tipo 9)

As juntas em pente ou pentes metálicos têm dois pentes, encaixando um no outro, cada um fixo à estrutura, de um e do outro lado da junta, e funcionando em consola. São geralmente constituídas por módulos com cerca de 1 m de largura e os dentes têm forma rectangular ou triangular (Figura 10), neste caso permitindo melhor adaptação a possíveis movimentos transversais. A fixação dos módulos é através de ancoragens pré-esforçadas, em número e dimensão proporcional às dimensões da junta. Nalguns modelos no mercado, um perfil de elastômero subsuperficial confere impermeabilidade à junta e evita a passagem de detritos.

Estas juntas são geralmente aplicadas em pontes extensas, com separação entre juntas elevada e tráfego pesado. Os pentes metálicos atingem amplitudes de grande dimensão (até ± 500 mm) e são fabricadas para grandes valores de viés, se os dentes forem dispostos na direcção do movimento, mas são muito limitados nos deslocamentos perpendiculares à orientação dos dentes.



Figura 10 - Pente metálico com dentes rectangulares (à esquerda) e triangulares (à direita) [5]

2.10. Juntas de elastômero armado compostas (tipo 10)

Estas juntas têm módulos rígidos de elastômero armado ligados a módulos deformáveis (foles), também em elastômero, que acomodam os deslocamentos longitudinais. Os primeiros são colocados sobre o espaço da junta e, função dos deslocamentos, podem ser ligados a um ou dois foles originando juntas do tipo assimétrico ou simétrico (Figura 11, à esquerda), respectivamente.

Estas juntas são idênticas às juntas de elastômero armado na ligação à estrutura. Assentam num leito em argamassa e a sua fixação é feita com pernos selados no betão estrutural com resina epóxida. Estes são apertados com anilha e porca através de aberturas na junta que são seladas posteriormente com tampões ou com um fluido

elástico. Nas juntas de maior amplitude, podem existir dispositivos anti-levantamento que consistem, usualmente, em barras transversais ao desenvolvimento da junta unindo-a à estrutura.

Estas juntas são uma variante, para maiores amplitudes, das juntas de elastômero armado. Adaptam-se a qualquer tipo de tráfego e são instaladas geralmente em pontes extensas já que a sua amplitude horizontal máxima atinge os 1600 mm. Em termos de viés, são limitadas a ângulos de 30°. Chegaram a ser anunciadas amplitudes máximas de 2500 mm, para as juntas Éole da Freyssinet, mas o seu fabrico foi abandonado em face da complexidade de funcionamento e do subsequente deficiente comportamento que este modelo específico apresentava (Figura 11, à direita).

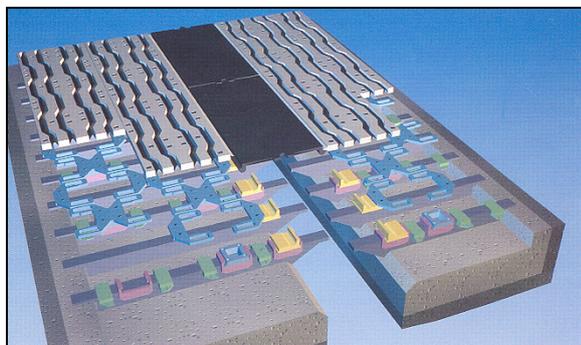


Figura 11 - Junta de elastômero armado composta RAN P da FIP Industriale (à esquerda) [5] e Esquema de junta Éole (à direita) (adaptada de [10])

2.11. Placas metálicas com roletes (tipo 11)

Estas juntas, para grandes amplitudes, são geralmente constituídas por um par de placas metálicas, revestidas a elastômero, que estão fixas a cada bordo da junta e deslizam sobre outras placas que se mantêm na zona neutra da junta. Contrariamente às placas deslizantes simples, não existe desnivelamento altimétrico entre as placas fixas e as deslizantes, garantindo-se o movimento através de um sistema de reentrada das placas inferiores fixas com recurso a roletes (Figura 12).

Estas juntas acomodam os grandes deslocamentos de pontes muito extensas havendo registo da sua utilização para cursos de 3000 mm na Ponte Humber em Inglaterra [12]. Não têm quaisquer limitações do ponto de vista do tráfego, mesmo intenso e pesado.



Figura 12 - Junta de placas deslizantes com roletes [11]

2.12. Juntas de perfis de elastômero múltiplos (tipo 12)

As juntas de perfis de elastômero múltiplos, ou juntas modulares, consistem numa sequência de perfis de elastômero (neoprene) alternados com perfis metálicos de aço. Estes assentam e deslizam

sobre outras vigas também metálicas, transversais à junta, apoiadas, em cada bordo da junta, nas chamadas caixas de deslocamento. Para uniformização das aberturas e fechos dos perfis elastoméricos, as juntas possuem geralmente dispositivos mecânicos ou elásticos.

Os perfis elásticos acomodam os movimentos da estrutura à custa, numa 1ª fase, da sua geometria (vulgarmente do tipo membrana em V) e, numa 2ª fase, da deformação do material que não é, no entanto, desejável. Situando-se abaixo da rasante do pavimento, estes perfis não possuem resistência à passagem do tráfego, a qual é garantida pelos perfis metálicos. Segundo os principais fabricantes, estas juntas surgiram há cerca de 30 anos.

São vocacionadas para pontes com movimentos complexos, verticais ou horizontais, e de elevadas amplitudes (Figura 13). Função do tipo e número de módulos, as suas amplitudes máximas podem atingir ± 1200 mm, horizontalmente, e ± 20 mm, verticalmente. O ângulo de viés máximo permitido é de cerca de 45° .

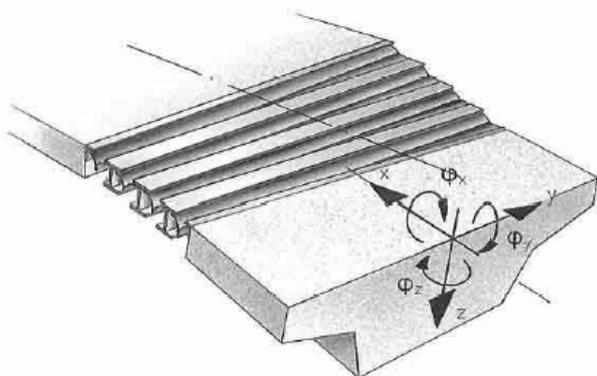


Figura 13 - Movimentação de uma junta de perfis de elastómero múltiplos [13]

3. O MERCADO EM PORTUGAL

3.1. Caracterização geral

A maioria das juntas comercializadas em Portugal é fabricada no estrangeiro e vendida pelos seus representantes no país. As suas origens mais vulgares reportam a países próximos como Espanha, França ou Itália. Apenas para as juntas para grandes amplitudes, tal como de perfis de elastómero múltiplos, torna-se necessário recorrer a outros fabricantes de países como a Alemanha ou Suíça. Nos fabricantes portugueses, apenas se conhece a empresa Fernando Lemos.

As principais empresas a operar em Portugal na última década são as seguintes:

- Fernando Lemos; fabricantes: Fernando Lemos (produção própria), Texsa, TIS, Ibercaucho, Gesrubber, Soave, Structural Accessories (SAI) e Conutec;
- VSL Sistemas Portugal; fabricantes: Trelleborg e Iesa Expandite (antiga designação);
- ICQ Arte Estrutural; fabricante: Alga;
- Adespa / Pretensa; fabricante: FIP Industriale;
- Freyssinet - Terra Armada Portugal; fabricantes: PPC, SBT, CIPEC e SHW;
- Bettor MBT Portugal Fabricante: SKW-MBT (Watson Bowman Acme).

Sónia Santiago efectuou um estudo [14] na concessionária de auto-estradas Brisa, no ano de 2003, num universo de cerca de 450 obras de arte, entre viadutos, passagens superiores e passagens inferiores, das auto-estradas A1, A2, A3, A4, A6, A9, A10 e A12. Pode-se constatar que as empresas Fernando Lemos, VSL Sistemas Portugal, Alga (ICQ Arte Estrutural), FIP Industriale (Adespa / Pretensa) e Freyssinet são os principais fornecedores de juntas para a Brisa desde 1995 totalizando 98% do total das juntas aplicadas (Figura 14).

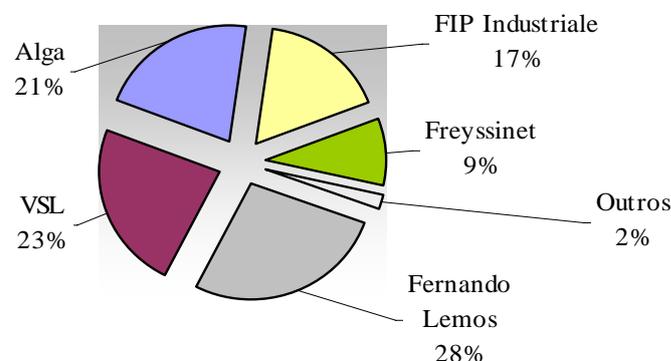


Figura 14 - Distribuição das juntas instaladas na Brisa por fabricante / representante desde 1995 (adaptado de [14])

No estudo, foram considerados 124 viadutos, 256 passagens superiores (PS's) e 64 passagens inferiores (PI's). Conclui-se, pela Figura 15, que todas as empresas comercializam juntas de vários tipos e amplitudes e são capazes de responder em termos comerciais às maiores amplitudes exigidas aos viadutos. A preponderância da Fernando Lemos foi ainda mais notória nas juntas dos viadutos e que a Freyssinet teve, na sua cota parte, maior preponderância nas juntas de menores amplitudes aplicadas nas passagens superiores. Em

termos comerciais, tal foi reflexo da grande aplicação, entre 1995 e 2003, das juntas TIS da Fernando Lemos em viadutos e das juntas de betume modificado Viajoint da Freyssinet em obras de arte correntes.

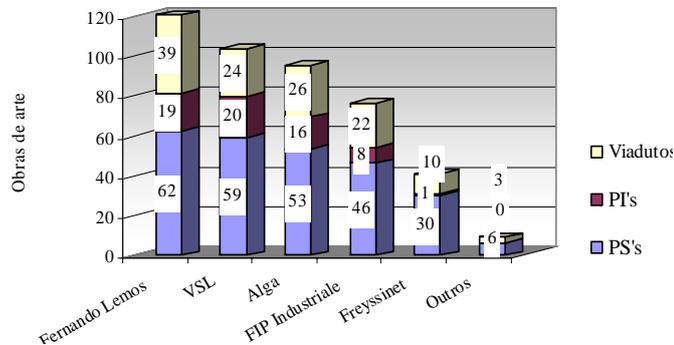


Figura 15 - Distribuição das juntas instaladas na Brisa desde 1995 por fabricante / representante e por tipo de ponte (adaptado de [14])

Em termos económicos, este estudo apresenta ainda, por empresa, os custos por metro linear para o fornecimento e instalação de juntas de dilatação para movimentos totais de 50 a 250 mm, juntas

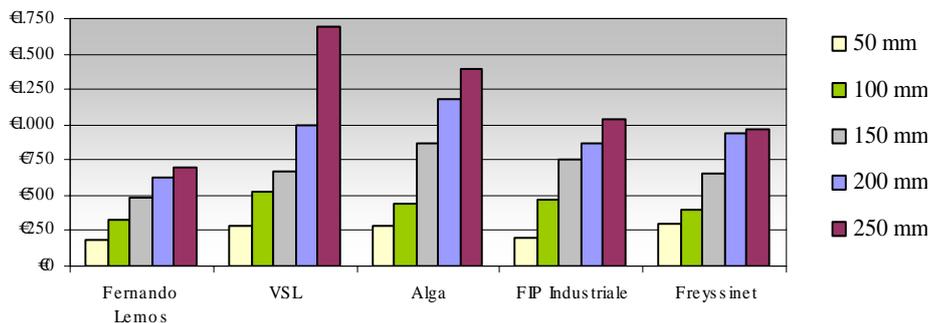


Figura 17 - Gráfico comparativo dos preços das juntas de dilatação (adaptado de [14])

3.2. Os modelos de juntas na última década

Foi ainda feito um levantamento dos modelos de juntas de dilatação comercializados em Portugal actualmente e num passado recente desde 1995. Este teve como base a consulta de fornecedores de juntas, a recolha de catálogos e os arquivos e registos da Direcção de Conservação e Gestão de Obras de Arte da Brisa - Auto-Estradas de Portugal (DCC/GOA). Por cada fornecedor, procurou identificar-se cada modelo pela sua designação, amplitude de movimentos permitida e respectivo fabricante. Cada modelo foi ainda classificado segundo os tipos de juntas propostos. Da análise desses dados, foi possível retirar algumas ilações de carácter geral:

essas que correspondem a 70% do total das juntas aplicadas nas cerca de 450 obras de arte analisadas (Figura 16).

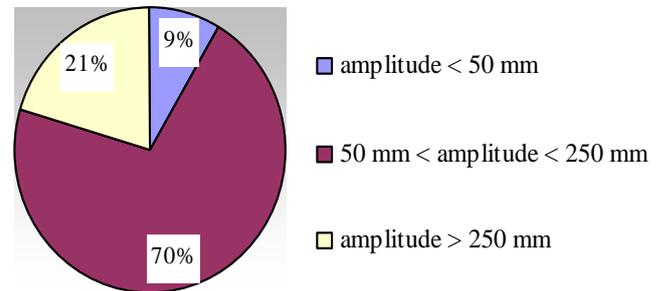


Figura 16 - Distribuição das juntas de dilatação por amplitudes (adaptado de [14])

Apresenta-se um gráfico elucidativo desses custos na Figura 17.

- as juntas mais correntes no mercado, o *core-business* dos fabricantes para aplicação em viadutos, são as de elastómero armado já que são produzidas por todos esses fabricantes; num plano imediatamente a seguir, surgem as juntas em perfil de elastómero comprimido;

- por serem moldadas in-situ, nem todos os representantes instalam juntas em betume modificado; em Portugal, os aplicadores usuais desse tipo de juntas são a Freyssinet (Viajoint), a VSL (Expandite B-500) e a Prismo (Thormajoint);

- as juntas seladas com material elástico (do tipo silicone) são comercializadas apenas pela Bettor MBT Portugal, o que indicia serem já muito pouco utilizadas actualmente;

- as juntas metálicas são comercializadas em Portugal pela Freyssinet e Alga (ICQ); a Freyssinet

comercializa a maioria das placas deslizantes e dos pentes em consola e a Alga os pentes metálicos em consola e as placas metálicas com roletes;

- as juntas de perfis de elastómero múltiplos apenas são comercializadas pela Freyssinet, Alga (ICQ) e Bettor MBT.

Em termos específicos, e considerando todos os modelos comercializados e as amplitudes anunciadas pelos fabricantes, foi possível criar um gráfico com as gamas de amplitudes de movimentos permitidas por cada tipo de junta (Figura 18).

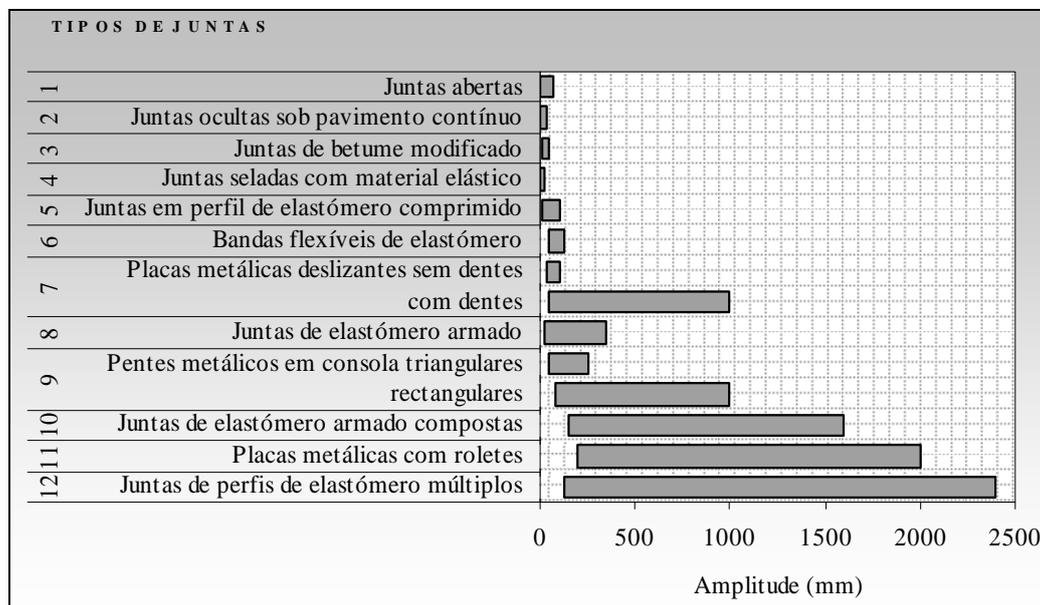


Figura 18 - Amplitude de movimentos permitida pelos vários tipos de juntas [5]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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.
2. SETRA/CTOA - Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes. Ministère de l'Équipement du Logement de l'Aménagement du Territoire et des Transports - Direction des Routes. Joints de chaussée des ponts routes. Éléments de choix. Méthodes de pose. Entretien et réparation. SETRA, Bagnex, 1987.
3. AIPCR/ATC (Asociación Técnica de Carreteras); Juntas para puentes de carreteras - Consideraciones Prácticas. Asociación Técnica de Carreteras, Madrid, 2003.
4. Washington State Department of Transportation. Bridge Design Manual LRFD - Chapter 9 Bearings & Expansion Joints. WSDOT, 2005.
5. Marques Lima, João. Juntas de dilatação em pontes rodoviárias. Desenvolvimento de um sistema de gestão. Dissertação de Mestrado em Construção. IST, Lisboa, 2006.
6. Rito, Armando; Viaduto sobre a Ribeira do Fontão - Projecto de Execução. Arquivo da Brisa - DCC Gestão de Obras de Arte, 1983.
7. Conceição, Acácio da; O neoprene como tapajuntas em pontes e pavimentos rodoviários. LNEC - Memória N.º 459, Lisboa, 1974.
8. A2P Consult - Estudos e Projectos, Lda.; Viaduto E e estacadas da Baixa do Mondego - Reabilitação - Projecto de Execução. Arquivo da Brisa - DCC Gestão de Obras de Arte, 2003.
9. Bettor MBT; Catálogos diversos de juntas de dilatação.
10. Freyssinet; Catálogos diversos de juntas de dilatação.
11. Alga; Catálogos diversos de juntas de dilatação.
12. Leonhardt, Fritz; Construções de Concreto Vol. 6 - Princípios básicos da construção de pontes de concreto. Editora Interciência Lda., 1979.
13. Mageba (www.mageba.ch).
14. Santiago, Sónia; Estudo comparativo. Análise técnico-económica de soluções de juntas de dilatação. Brisa-DCC - Gestão de Obras de Arte, 2004.