



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EQUIPAMENTOS
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIRECÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

**JUNTAS DE PAVIMENTOS
INDUSTRIAIS DE BETÃO SIMPLES**

RELATÓRIO 31/2010

Ponta Delgada, Abril de 2010

Trabalho realizado para
Laboratório Regional de Engenharia Civil



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EQUIPAMENTOS
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIRECÇÃO DE SERVIÇOS DE ESTRUTURAS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

JUNTAS DE PAVIMENTOS INDUSTRIAIS DE BETÃO SIMPLES

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Relatório ID: LREC/DSEMC– RELATÓRIO 31/2010
Proc. ID: Proc. 323
LREC/CD - Cota ID: 692.5
O47j
Autor(s) ID: José Carlos Oliveira
Eng. Civil
Visto(s) ID: O Director de Serviços de Estruturas e Materiais de Construção
Mário Rouxinol Fragoso
O Director do Laboratório Regional de Engenharia Civil
António Pereira Alves Calado

DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE

O Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) declara que a cópia em formato PDF gravada no CD com ID LREC 31-10, constitui uma cópia integral e autêntica do documento acima identificado, encontrando-se em arquivo próprio do LREC o original em papel.

JUNTAS DE PAVIMENTOS INDUSTRIAIS DE BETÃO SIMPLES

ÍNDICE

- 1 – INTRODUÇÃO, **4**
- 2 – PROJECTO GEOMÉTRICO DO PAVIMENTO, **5**
- 3 – AFASTAMENTO DAS JUNTAS, **5**
- 4 – CLASSIFICAÇÃO DAS JUNTAS, **7**
- 5 – JUNTAS TRANSVERSAIS, **7**
 - 5.1 – Juntas serradas, **8**
 - 5.2 – Juntas de construção, **10**
- 6 – JUNTAS LONGITUDINAIS, **10**
- 7 – JUNTAS ESPECIAIS, **13**
- 8 – PRODUTO DE SELAGEM DAS JUNTAS, **16**
- 9 – VARÕES DE LIGAÇÃO, **17**
- 10 – VARÕES DE TRANSFERÊNCIA, **17**
- 11 – CONSIDERAÇÕES FINAIS, **19**
- 12 – BIBLIOGRAFIA, **20**

JUNTAS DE PAVIMENTOS INDUSTRIAIS DE BETÃO SIMPLES

1 – INTRODUÇÃO

Os pavimentos industriais de betão simples são, em geral, formados por lajes rectangulares ou quadradas separadas por juntas de comportamento e estão sujeitos a tensões devido a diversas causas, tais como a retracção do betão na fase de cura, retracções e dilatações causadas por variações térmicas ou higrométricas, deformações e cargas, sejam elas estáticas (cargas distribuídas ou pontuais, como as de prateleiras) ou móveis (empilhadores com rodas pneumáticas ou rígidas).

A função das juntas é a de permitir, por um lado, os movimentos de retracção e dilatação do betão sem causar danos estruturais e, por outro lado, garantir a durabilidade dos pavimentos, permitindo também a adequada transferência de carga entre lajes contíguas.

Como as juntas representam pontos sensíveis dos pavimentos de betão, quando não são devidamente dimensionadas e executadas, podem ocorrer danos estruturais caso não permitam a transferência de esforços entre lajes contíguas ou, se existir deficiência de selagem, a entrada de materiais incompressíveis originará esforços localizados e a rotura pontual dos bordos das juntas.

No entanto, as juntas são elementos de importância vital ao pavimento na fase de construção, possibilitando por exemplo a betonagem faseada do pavimento, e também na fase de utilização, criando pontos “enfraquecidos” que permitem os movimentos de retracção e de dilatação do betão.

2 – PROJECTO GEOMÉTRICO DO PAVIMENTO

Na fase de projecto não se deve deixar a definição da geometria do pavimento para um plano secundário, considerando apenas a determinação da espessura das lajes como aspecto principal de um pavimento. Nesta fase deve definir-se também o posicionamento e as dimensões das juntas, tendo em conta os processos construtivos e os tipos de equipamentos previstos utilizar na construção.

Na definição do projecto da geometria de um pavimento, deve-se ter em conta os seguintes aspectos:

- O pavimento deve trabalhar isolado da estrutura e, portanto, nas zonas de encontro com pilares, paredes, vigas de fundação, fundações de máquinas, etc., deverá prever-se a execução de juntas de encontro, de modo a permitir que o pavimento trabalhe livremente e não seja solicitado pela estrutura;
- As juntas devem ser sempre contínuas, podendo apenas ser interrompidas pelas juntas de encontro. Nunca executar juntas tipo T.
- No encontro de duas juntas, o ângulo formado não deve ser inferior a 90°.

3 – AFASTAMENTO DAS JUNTAS

O afastamento entre juntas de um pavimento depende do tipo de lajes utilizadas (simples, com armadura distribuída sem função estrutural ou estruturalmente armadas), da espessura das mesmas, do coeficiente de atrito da laje com a base e das condições de cura do betão.

Nos pavimentos de betão simples deve existir um especial cuidado com a definição do afastamento entre juntas, o qual deve ser respeitado na fase de execução, sendo que nesta fase é necessário observar se estão a ocorrer

fissuras muito finas, quase imperceptíveis, na zona central das lajes definidas pelas juntas, as quais são devidas à retracção do betão.

Estas fissuras surgem quando o afastamento das juntas é excessivo e as tensões de tracção originadas pela restrição ao movimento da laje, devido ao atrito com a base, excedem a tensão de ruptura do betão ou quando as condições de cura não são adequadas e o betão retrai mais rapidamente do que aconteceria em condições normais, fazendo com que as tensões induzidas pelo movimento da laje ocorram num período em que a resistência do betão não está completamente desenvolvida e, portanto, não está capaz de suportá-las.

No caso dos pavimentos com lajes de betão sem armadura, a ocorrência de fissuras de retracção pode alterar a forma como foi projectado o funcionamento do pavimento, uma vez que as fissuras passam a funcionar como verdadeiras juntas e, como não estão seladas, deterioram-se rapidamente. Por vezes, este tipo de patologia pode implicar o corte de uma faixa do pavimento no local e a adopção de uma nova junta.

É de salientar que a NP EN 13877- 2 estipula, como requisito funcional, que os *pavimentos em betão não armado, com juntas, não devem ter fissuras visíveis*.

O afastamento das juntas neste tipo de pavimento não é fácil de definir e normalmente são definidas com base na prática adquirida na execução de pavimentos semelhantes. Para lajes de betão simples, a prática recomenda que a relação entre a largura e o comprimento seja de 1/1.5 [9], mas, também, são recomendadas placas ainda menores, como por exemplo, com a relação de 1/1.25 [8] [9].

Nos pavimentos industriais em que as juntas representam uma limitação ao seu desempenho, é recomendada a execução de lajes dotadas de armadura, geralmente para impedir a ocorrência de fissuração. Este mecanismo permite adoptar lajes de comprimento superior ao das lajes sem armadura, onde este depende mais da abertura da junta e do tipo de reservatório do selante do que propriamente das fissuras que poderiam ocorrer.

4 – CLASSIFICAÇÃO DAS JUNTAS

Em termos genéricos, a junta é por princípio uma descontinuidade do betão e das armaduras, sem que ocorra uma descontinuidade estrutural do pavimento. As juntas são elementos importantes no desempenho de um pavimento de betão e são classificadas como transversais e longitudinais (Fig. 1), sendo ainda subdivididas quanto ao seu modo de execução em:

- Juntas transversais de retracção: serradas (secção enfraquecida) e de construção;
- Juntas longitudinais de articulação: tipo macho-fêmea (encaixe) e serradas (secção enfraquecida);
- Juntas especiais: expansão (dilatação) e construção.

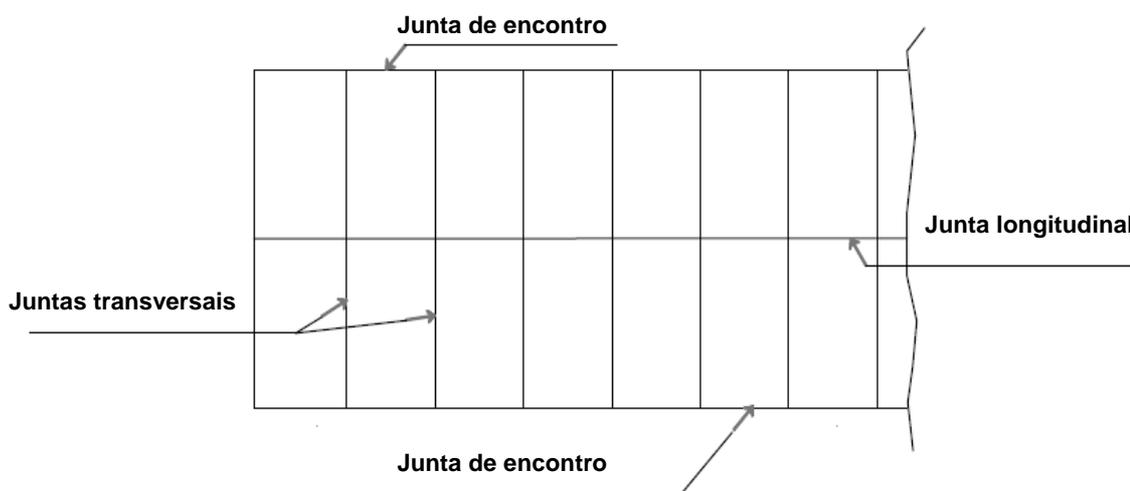


Fig. 1 – Tipo de juntas de pavimentos industriais de betão.

5 – JUNTAS TRANSVERSAIS

As juntas transversais permitem controlar a fissuração devida à retracção do betão, fenómeno que ocorre nas primeiras semanas de vida, e ainda o movimento das lajes. Estas juntas podem ser basicamente de dois tipos: serradas

ou de construção. As primeiras são as mais comuns e as segundas são empregues sempre que é necessário interromper de emergência a betonagem.

As juntas transversais são ortogonais à maior dimensão do pavimento, pelo que são sujeitas às maiores movimentações e normalmente apresentam maiores danos. De modo a que funcionem adequadamente, é necessário criar um sistema eficiente de transferência de carga entre lajes contíguas.

Os mecanismos de transferência podem ocorrer pelos próprios agregados existentes na zona “enfraquecida” da junta, mas, sempre que possível, essa solução deve ser evitada mesmo em lajes de pequena dimensão, dando preferência à utilização de mecanismos mais eficazes, como sejam as barras de transferência de carga.

5.1 – Juntas serradas

Tendo em conta a tecnologia actualmente utilizada na construção das lajes de pavimentos industriais, é comum realizar as betonagens em faixas limitadas pelas juntas longitudinais.

Após o período de cura inicial, para permitir que o betão alcance uma resistência suficiente para suportar o corte com uma serra de disco diamantado, são efectuados cortes no sentido transversal da faixa, definindo assim as juntas transversais serradas de retracção. A largura das juntas deve situar-se entre 3 e 10 mm, sendo muito usual encontrar juntas com 6 mm de largura [6].

A profundidade de corte das mesmas deve respeitar o seguinte (Fig. 2) [4]:

- Pelo menos 40mm;
- Maior que 1/4 da espessura da laje; e
- Menor que 1/3 da espessura da laje.

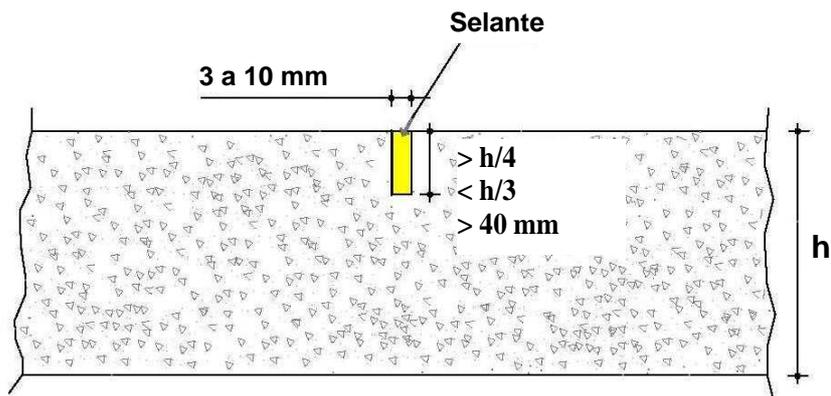


Fig. 2 – Junta serrada sem barras de transferência de carga.

O principal e mais eficiente mecanismo de transferência de cargas utilizado nas juntas transversais é constituído por varões de aço maciço e de superfície lisa, em que estes permitem a transferência de carga por mecanismos de corte nas juntas.

De modo a permitir o seu deslizamento quando da retracção do betão, as barras de transferência de carga devem estar com pelo menos metade do seu comprimento “lubrificado”, tendo por objectivo impedir a aderência do betão aos varões de aço. Como nesse troço dos varões não há aderência, a passivação das armaduras também não ocorre, pelo que é conveniente a sua pintura para protegê-las da corrosão (Fig. 3).

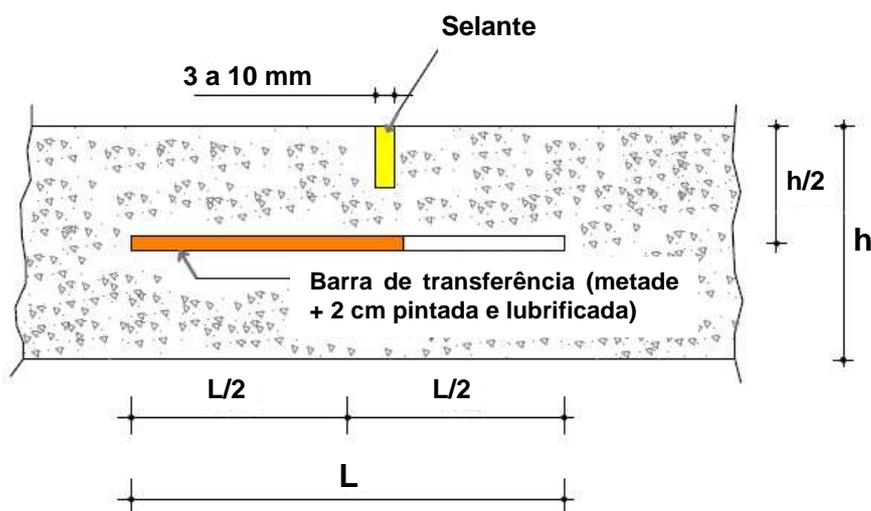


Fig. 3 – Junta serrada com barra de transferência de carga.

5.2 – Juntas de construção

As juntas transversais de construção são empregues sempre que há necessidade de interromper os trabalhos de betonagem e podem estar previstas no projecto ou surgirem devido a situações de emergência (chuva forte, avaria do equipamento, atraso na betonagem, acidente, etc.). As primeiras são empregues quando o período de trabalho termina onde, de acordo com o projecto, deveria haver uma junta transversal de retracção. Este tipo de juntas, também designadas por juntas de topo ou secas, levam obrigatoriamente barras de transferência de carga (Fig. 4).

Estas juntas são geralmente mais susceptíveis a quebras devido à quantidade de argamassa acumulada nos bordos, além de se deformarem com mais facilidade do que as juntas serradas, devendo ser reduzidas à menor qualidade possível.

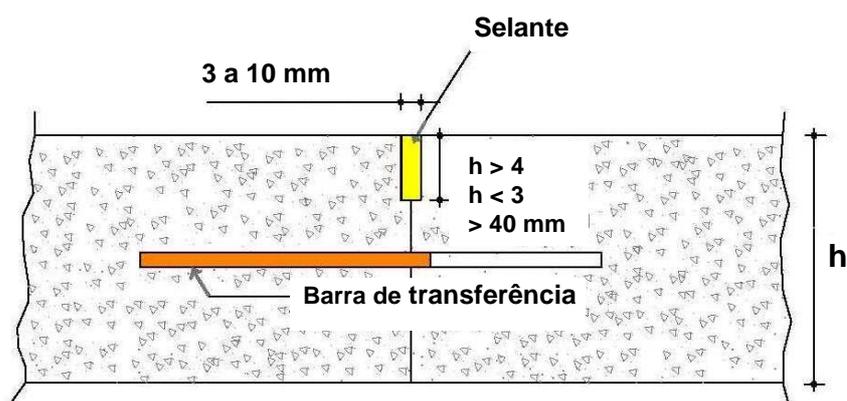


Fig. 4 – Junta de construção com barra de transferência de carga.

6 – JUNTAS LONGITUDINAIS

As juntas longitudinais de articulação são empregues no controle das fissuras longitudinais produzidas pela deformação restringida das lajes de betão devido às variações de temperatura e de humidade.

Tendo em conta que as tensões introduzidas pela deformação não são fáceis de quantificar, o afastamento entre juntas longitudinais é determinado pela prática.

Existem dois tipos de juntas de articulação, conforme a largura útil do equipamento de betonagem. Se este é de pequeno porte, como no caso das

pequenas régua vibradoras, a junta deve ser do tipo macho-fêmea (Fig. 5). Este tipo de junta não se emprega normalmente nas lajes com espessura inferior a 150mm ou quando sejam previstas cargas muito elevadas, devendo, nestes casos, empregar-se a junta serrada (Fig. 6).

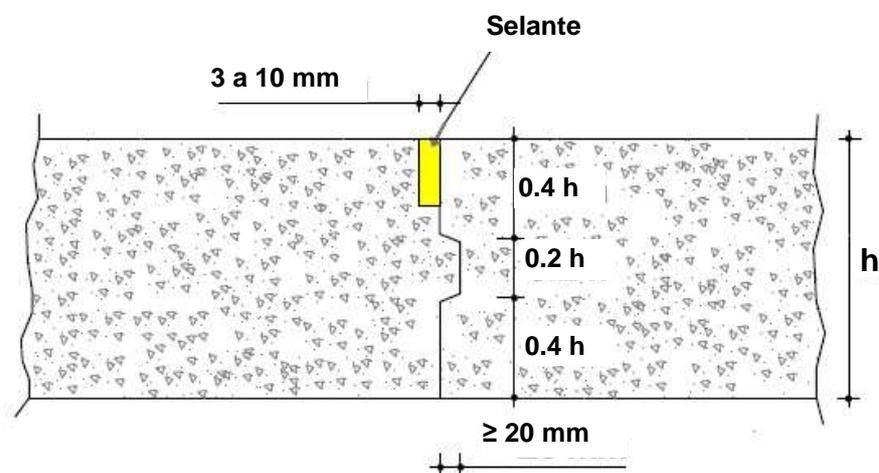


Fig. 5 – Junta longitudinal do tipo macho-fêmea.

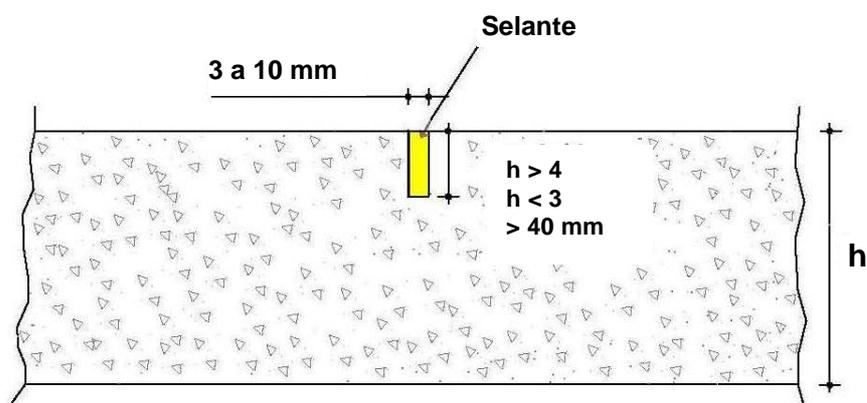


Fig. 6 – Junta longitudinal serrada.

Caso o equipamento seja de grande porte, como no caso das cofragens deslizantes, que permitem betonar numa só passagem duas ou mais lajes, deverá ser prevista a colocação de barras de ligação, tanto nas juntas macho-fêmea como nas de secção enfraquecida (serrada) (Fig. 7 e 8).

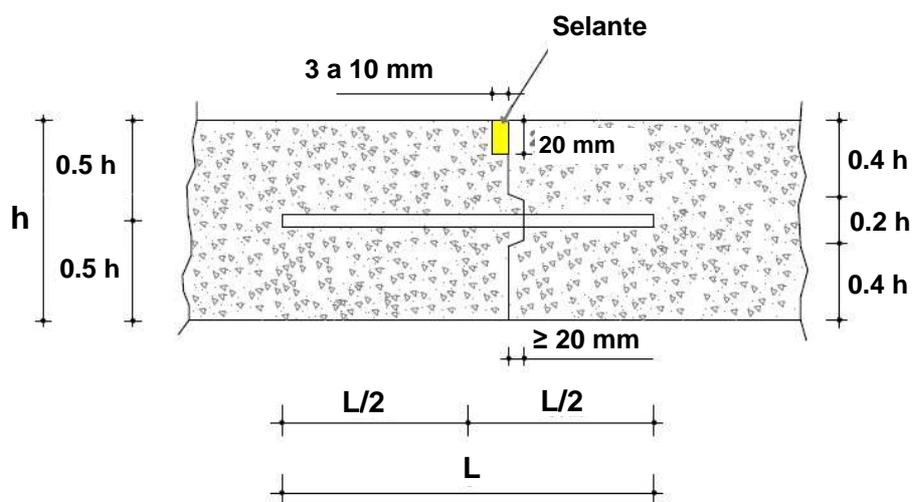


Fig. 7 – Junta longitudinal do tipo macho-fêmea e com barra de ligação.

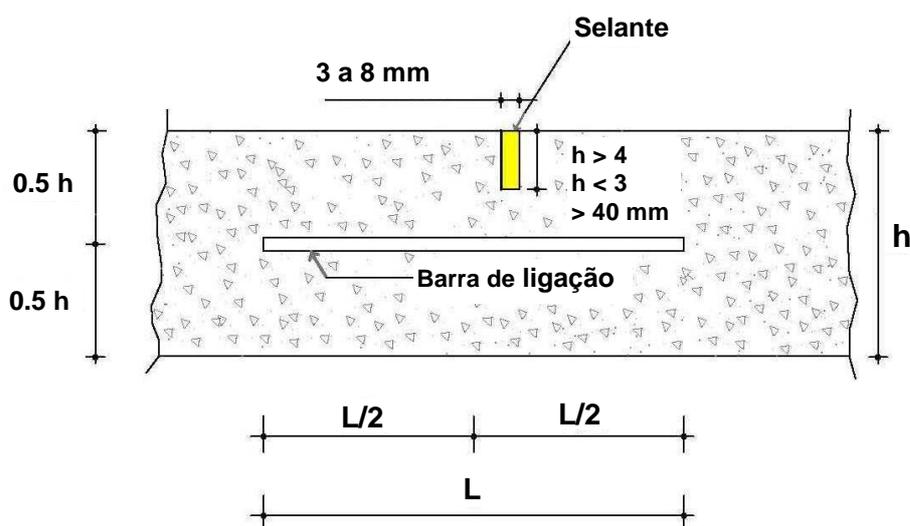


Fig. 8 – Junta longitudinal serrada e com barra de ligação.

Se houver necessidade de impedir eventuais deslocamentos laterais que possam prejudicar a transferência de carga, tanto pelo entrosamento dos agregados na junta “enfraquecida” como pelo encaixe macho-fêmea, deve-se prever uma junta de articulação com barras de ligação, em que deve-se empregar varões de aço, de modo a manter e assegurar a união entre as faces longitudinais de lajes contíguas (Fig. 9).

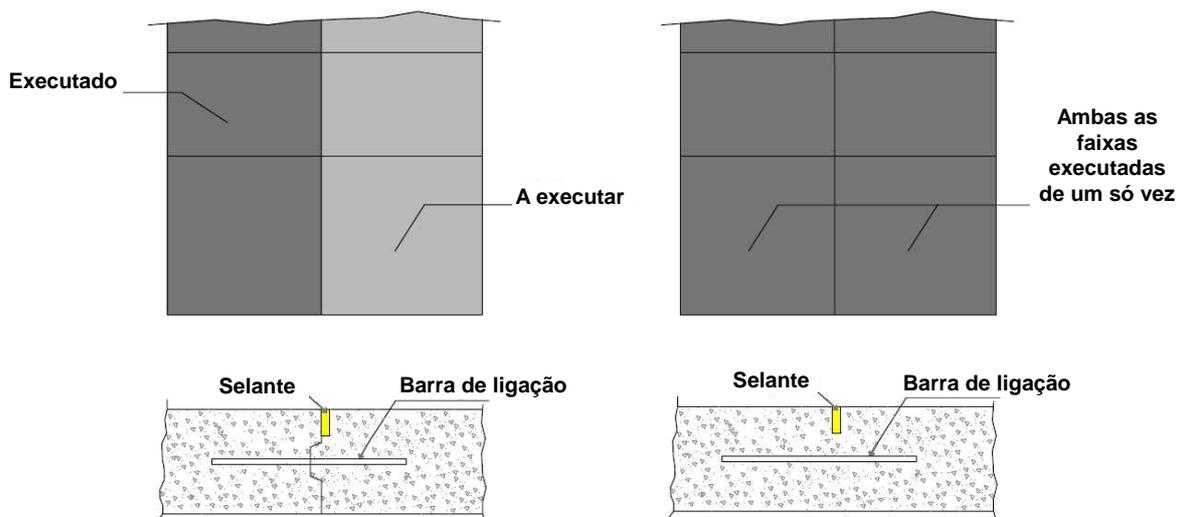


Fig. 9 – Juntas longitudinais de articulação no caso de execução do pavimento faixa a faixa ou duas faixas numa só passagem.

7 – JUNTAS ESPECIAIS

As juntas especiais podem ser de construção ou de expansão (dilatação).

As juntas de construção são empregues sempre que haja necessidade de efectuar o remate das lajes do pavimento contra pilares, paredes, vigas de fundação, fundações de máquinas, etc., ou quando haja necessidade de se isolar duas ou mais partes do pavimento.

É desnecessário o emprego das juntas de expansão entre lajes para prevenir o aumento do seu comprimento devido a variações de temperatura, visto que cada junta de retracção funciona como uma pequena junta de expansão. Isto acontece porque a retracção hidráulica do betão será sempre superior à dilatação que ele pode apresentar em condições normais de temperatura.

O mecanismo de transferência de carga deve ser analisado criteriosamente para que não ocorram problemas com a estrutura do pavimento. Quando a junta de dilatação é empregue para separar dois pavimentos, é comum o emprego de barras de transferência de carga idênticas às empregues nas juntas transversais, mas com um dispositivo de material duro (“capuz”), que permite à barra movimentar-se livremente no sentido do deslocamento do pavimento. Este

dispositivo é fundamental para o correcto funcionamento da junta e deve ter pelo menos 20 mm de comprimento para permitir o movimento das barras (Fig. 11).

Nos encontros de pilares, paredes, vigas de fundação e fundações de máquinas é comum adoptar juntas sem mecanismos de transferência de carga. No entanto, deve ter-se em conta que a zona próximo do bordo da laje não poderá ser carregada. Devem, também, tomar-se cuidados especiais nos encontros com vigas de fundação que sejam solicitadas por cargas móveis (camiões, empilhadores, etc.). Nestes casos, devem ser consideradas barras de transferência de carga entre as vigas e as lajes contíguas ou a colocação de armaduras estruturais nessas zonas das lajes.

Em relação aos encontros com pilares, é comum executar-se juntas com o formato de um diamante, visto que este tipo de junta evita a ocorrência das fissuras a 45° que normalmente ocorrem nestas situações (Fig. 10).

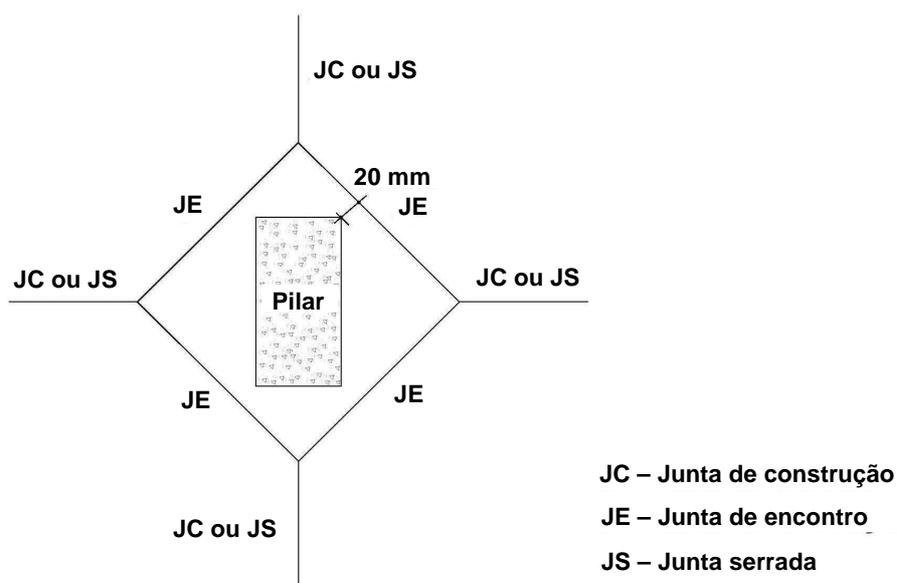


Fig. 10 – Juntas de encontro tipo diamante.

É de referir ainda que, na construção dos primeiros pavimentos industriais de betão, todas as juntas transversais eram projectadas como juntas de dilatação, visto acreditar-se que a principal causa de fissuração do betão era a dilatação deste já endurecido, através de tensões de compressão na junta.

Contudo, posteriormente veio a confirmar-se que as fissuras transversais deviam-se à retracção do betão quando plástico e, em segundo lugar, à deformação restringida sob a acção das diferenças térmicas e higrométricas. Desde então os projectos passaram a prever juntas de retracção, adequadamente espaçadas, de modo a trabalharem também como juntas de dilatação. Deste modo, o emprego de juntas de dilatação ficou restrito aos encontros do pavimento contra pilares, paredes, vigas de fundação, fundações de máquinas, etc. (Fig. 11).

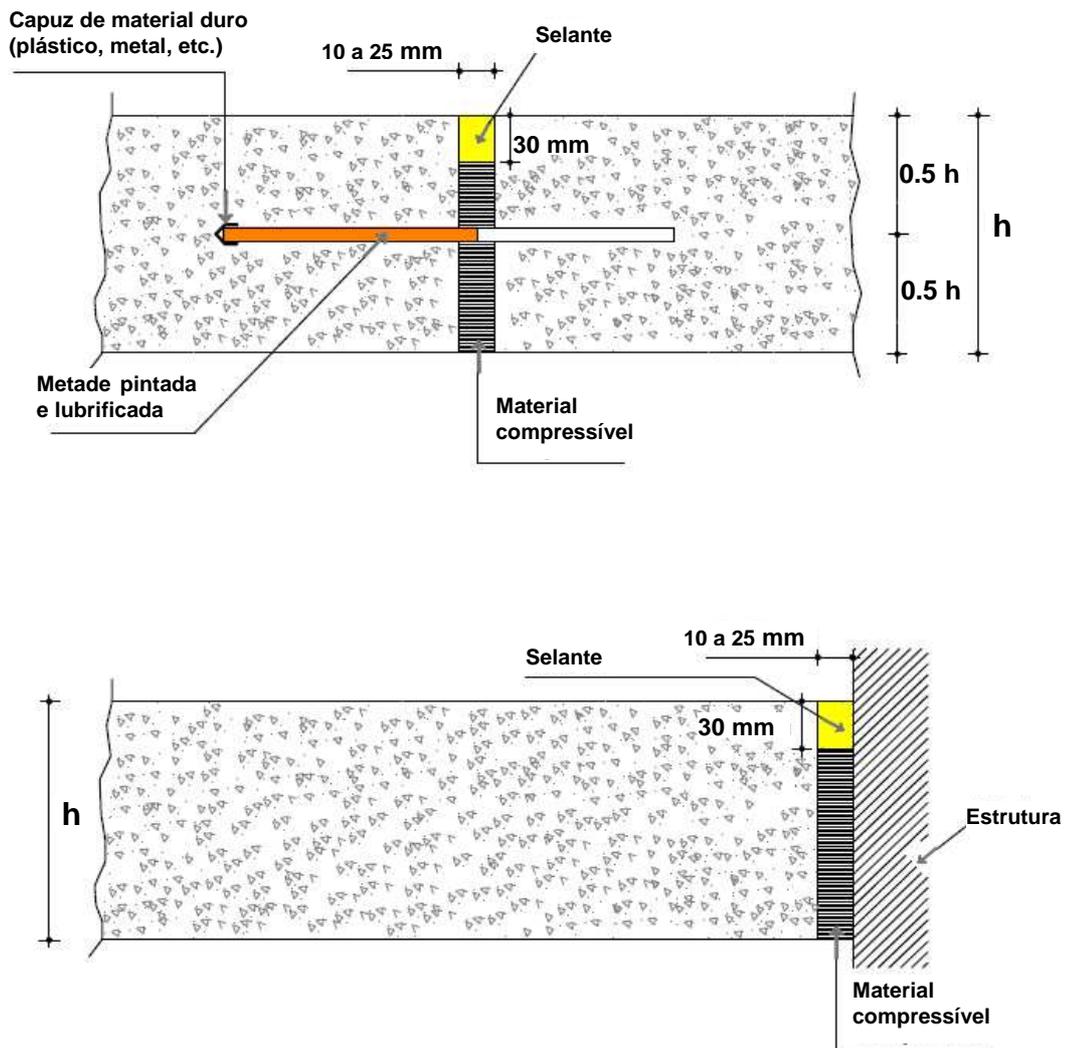


Fig. 11 – Juntas de expansão ou dilatação.

8 – PRODUTOS DE SELAGEM DAS JUNTAS

Na maioria dos casos as juntas devem ser seladas, visto que a estanquicidade quanto à entrada de água ou de materiais incompressíveis é vital quer para a manutenção da sua integridade quer para a protecção das camadas inferiores.

Os materiais selantes podem ser separados em dois grupos: os pré-moldados e os moldados “*in situ*”.

Os pré-moldados, geralmente de neoprene, que possuem grande durabilidade e facilidade de colocação, devem ser usados em situações particulares. Caso esteja prevista a circulação de empilhadores de rodas rígidas, exigem a confecção de um acabamento polimérico, pelo que têm pouca utilização em áreas industriais.

Assim, é dada preferência aos moldados “*in situ*”, geralmente constituídos por poliuretano ou asfalto modificado, mono ou bicomponentes, havendo também os silicones.

Se está prevista a circulação de veículos de rodas rígidas, nomeadamente as de pequeno diâmetro, os únicos selantes capazes de apresentarem adequado suporte de tensões geradas nas bordas da junta são os polisulfetos, uretanos e epoxy bi-componente. No entanto, o epoxy é o material preferido devido à sua maior maleabilidade e cura independentemente das condições ambientais de obra.

Um selante adequado deve possuir sempre características elásticas, uma vez que a recuperação da forma após cada estado de tensão é fundamental para que se garanta a integridade do sistema de vedação.

O factor de forma (relação entre a profundidade e a largura do reservatório) é importante para um trabalho eficaz das juntas e o seu valor é variável, conforme o tipo de selante. Este valor deve variar entre 1 e 2 [8] [9], mas deve seguir-se as prescrições dos fabricantes.

Relativamente à selagem das juntas, a prática recomenda que quanto mais tarde melhor. Deve realizar-se, no mínimo, 60 a 90 dias após a betonagem. Se não for

possível esperar por estes prazos mínimos, deve aplicar-se um selante provisório e refazer a selagem um ano depois.

Em Portugal, os materiais para a selagem de juntas devem cumprir o estabelecido na EN 14188-1 , no prEN 14188-2 e no prEN 14188-3.

9 – VARÕES DE LIGAÇÃO

De acordo com a NP EN 13877-1 [1], os varões de ligação lisos ou os varões de ligação de alta aderência devem ser, pelo menos, das classes B250 e B500, respectivamente, e devem cumprir o estabelecido na ENV 10080.

Em relação às dimensões dos varões de ligação, estes devem ser seleccionados do Quadro 1.

Quadro 1 – Dimensões dos varões de ligação

	Diâmetro (mm)				Comprimento (mm)
Varões de ligação	10	12	16	20	800

Por outro lado, devem ainda ser especificadas medidas de protecção contra a corrosão, tendo em conta as normas nacionais ou as disposições válidas no local de utilização.

Por seu lado, a NP EN 13877- 2 [2] estabelece que a distância entre dois varões de ligação não deve exceder 2 m, não especificando, no entanto, se este valor se aplica aos pavimentos em betão não armado, com juntas.

10 – VARÕES DE TRANSFERÊNCIA

As especificações para varões de transferência utilizados nos pavimentos de betão estão indicadas na NP EN 13877- 3 [3].

Os varões de transferência devem ter uma resistência à tracção mínima de 250 MPa e os diâmetros e as respectivas tolerâncias devem estar de acordo com a EN 10060, sendo que o diâmetro mínimo deve ser de 16 mm. Estes varões devem ser rectilíneos, desprovidos de nervuras ou de outras irregularidades, e as extremidades deslizantes devem ser serradas de modo a evitar protuberâncias em relação ao diâmetro normal do varão. Antes de serem utilizados, pelo menos metade do seu comprimento deverá ser revestido com um filme betuminoso fino ou uma folha plástica fina para impedir a aderência ao betão. A espessura média não deverá ser superior a 1.25 mm.

A NP EN 13877- 2 [2] estabelece, por seu lado, que o espaçamento entre dois varões de transferência não deve ser superior a 12 vezes o seu diâmetro.

O ACI (2004), por exemplo, estipula que os varões de aço devem ter 500 mm de comprimento, devem estar rigorosamente posicionados no eixo da laje, o espaçamento dos mesmos não deve ser superior a 300 mm e os diâmetros variam consoante a espessura das lajes (Quadro 1) [4].

Quadro 2 – Barras de transferência (adaptado ACI, 2004)

Espessura da laje (mm)	Diâmetro (mm)
Ver Nota	16
120 a 175	20
176 a 225	25
226 a 275	32

Nota: barras com este diâmetro só devem ser empregues em pavimentos sujeitos a baixo carregamento, sem trânsito de veículos.

11 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As juntas dos pavimentos industriais de betão simples são elementos extremamente importantes que devem ser considerados tanto na elaboração do projecto geométrico do pavimento como na sua construção, uma vez que são elas que vão permitir os movimentos de retracção e dilatação do betão e a transferência de cargas entre lajes contíguas sem causar danos estruturais nas mesmas.

Atendendo a essa importância, no presente trabalho procurou-se alertar para esse facto e para a necessidade de definir o posicionamento e as dimensões das juntas, salientando-se os aspectos a ter em conta neste último caso.

Para além da classificação das juntas, foi ainda abordada a questão do afastamento das mesmas, que é um dos aspectos fundamentais a ter em conta na elaboração do projecto geométrico, afastamento esse que depende do tipo de pavimento, da espessura das lajes de betão, das características do betão, das condições de cura do mesmo, do coeficiente de atrito da laje com a base, etc.

Desenvolveram-se ainda os aspectos relacionados com a execução das juntas transversais, longitudinais e especiais dos pavimentos, tendo-se procurado apresentar sempre desenhos elucidativos de cada caso.

Finalmente, abordaram-se os aspectos relacionados com os varões de ligação e de transferência de carga e com a selagem das juntas, dando especial atenção aos produtos utilizados para esse efeito.

12 – BIBLIOGRAFIA

- [1] – NP EN 13877- 1 (2009). Pavimentos de betão. Parte 1: Materiais.
- [2] – NP EN 13877-2 (2009). Pavimentos em betão. Parte 2: Requisitos funcionais para pavimentos em betão.
- [3] – NP EN 13877-3 (2009). Pavimentos em betão. Parte 3: Especificações para varões de transferência utilizados nos pavimentos em betão.
- [4] – Projectos e Critérios Executivos de Pavimentos Industriais de concreto armado, IBTS (2006), Público Penna Firme Rodrigues.
- [5] – Pisos Industriais de concreto armado, (1998), Público Penna Firme Rodrigues e Caio Frascino Cassaro.
- [6] – Manual de pavimentos rígidos, IPR 714, 2ª edição (2005), Instituto de Pesquisas Rodoviárias.
- [7] – Projecto estrutural de pavimentos rodoviários e de pisos industriais de concreto, 2000, Patrícia Lizi de Oliveira (Tese de mestrado).
- [8] – Lineamentos generales para el diseño de juntas – Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigon Armado.
- [9] – Juntas em Pisos Industriais, (1999), Público Penna Firme Rodrigues e Wagner Edson Gasparetto.
- [10] – Manual de diseño e y construcción de pisos industriales – Cemex.

Ponta Delgada, Laboratório Regional de Engenharia Civil, Maio de 2010.

AUTORIA

José Carlos da Conceição Oliveira

Assessor Principal

VISTO

O Director de Serviços de Estruturas
e Materiais de Construção

Mário Rouxinol Fragoso

VISTO

O Director do LREC

António Pereira Alves Calado