

AValiação da influência da compactação na transmissão de esforços e deslocamentos em pavimentos intertravados de blocos de concreto

Rodrigo Menegaz Müller
Laura Maria Goretti da Motta
COPPE/UFRJ

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma parte dos resultados obtidos nos estudos realizados em um Painel Experimental de Pavimentos Intertravados, construído no Laboratório de Geotecnia da COPPE/UFRJ. Relatam-se os resultados da instrumentação de algumas estruturas deste tipo de pavimento, onde se variaram as espessuras das peças de concreto (60 e 80mm) e o modelo de assentamento (espinha de peixe e linear), para verificar a influência da compactação na distribuição de esforços, com a utilização de um conjunto de três células de carga, e nos deslocamentos de superfície, com a utilização do "Crack Activity Meter" (Medidor de Atividade de Trincas - CAM), pela aplicação de ciclos de carregamentos estáticos impostos na superfície destas estruturas através de um macaco hidráulico e viga de reação. Verificou-se grande influência da compactação para a estabilização dos esforços transmitidos e dos deslocamentos plásticos.

ABSTRACT

This work presents a part of the results gotten in the studies carried through in an Experimental Panel of Interlocking Pavement, constructed in the Geotechnical's Laboratory of the COPPE/UFRJ. It also shows the instrumentation's results of some structures of this type of pavement, where the thicknesses of the concrete parts had varied (60 and 80 mm) and the model of nesting (spine of fish and linear), to verify the compacting influence in the efforts distribution, using a set of three load cells, and in the surface's motion, using the Crack Activity Meter - CAM, for the application of static loading cycles in the surface of these structures through a hydro mechanical hoist and a reaction's beam. It was verified the compaction influence for the stabilization of the transmitted efforts and the plastic displacements.

1. INTRODUÇÃO

Com a aquisição de equipamentos de grande produtividade e elevado grau de precisão dimensional e estrutural a indústria dos blocos de concreto para a pavimentação (que deste momento em diante será designado apenas por PPC), registra grande crescimento nas últimas décadas. De acordo com Smith (2003), nos Estados Unidos, a cada cinco anos dobra-se a quantidade, em metros quadrados, de aplicação desta técnica e projetava que para o ano de 2005 seriam utilizados mais de 60 milhões de metros quadrados. Segundo Cruz (2003), na cidade do Rio de Janeiro já foram assentados mais de um milhão de metros quadrados de peças pré-moldadas de concreto. Registra-se ainda um crescimento, no Brasil, de 35% da utilização de pavimentos intertravados entre os anos de 2002 e 2003 e de mais de 66% entre os anos de 2003 e 2004. O estado do Rio de Janeiro registrou um crescimento da utilização de PPC em torno de 41% no ano de 2003.

O entendimento do comportamento tensão x deformação de um sistema em camadas tem sido facilitado com a realização de instrumentações de seções de pavimentos, que se tornam de grande importância para o acompanhamento do desempenho de estruturas de pavimentos ao longo de sua vida útil. Para tanto muitas pesquisas vêm sendo realizadas em diversos países para avaliar o comportamento de diferentes estruturas de pavimentos a partir de instrumentações em pistas experimentais. O foco principal é a interpretação da degradação evolutiva dos pavimentos, em termos dos processos principais de degradação que comumente condicionam o término de sua vida de serviço (Gonçalves, 2002).

Para contribuir no entendimento do comportamento e da modelagem dos pavimentos de PPC, realizou-se na COPPE/UFRJ um amplo estudo sobre o comportamento de estruturas de pavimentos intertravados em relação à transmissão de esforços e de deslocamentos da superfície, que é composta por peças de concreto, pela instrumentação de um painel experimental de laboratório (Müller, 2005).

Neste trabalho apresentam-se os resultados obtidos da transmissão de esforços e deslocamentos realizados através da instrumentação de diferentes estruturas de pavimentos intertravados, no que diz respeito à compactação do revestimento composto por peças de concreto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Hallack (1998), Cruz (2003) e Müller (2005) apresentam uma extensa revisão bibliográfica sobre a evolução e o histórico da utilização de peças pré-moldadas de concreto para pavimentação. Mostraram também, o estágio atual e os projetos de novas normas, nacionais e internacionais, realizando comentários e críticas pertinentes aos ensaios e aos métodos de dimensionamento existentes.

Shackel (1990) relata pesquisas realizadas no intuito de se avaliar diferentes estruturas de pavimentos intertravados, no que diz respeito a deslocamentos plásticos da superfície, com a utilização de um simulador de tráfego. Nas pesquisas realizadas por Shackel, variaram-se as espessuras das PPCs (60, 80 e 100mm), o modelo de assentamento (espinha de peixe, trama e fileira ou linear), formato das peças (dentadas e retangulares) e espessura do colchão de areia (40, 70 e 100mm), um exemplo das conclusões obtidas está ilustrada na Figura 1.

Shackel (1990) apresentou algumas conclusões relatadas a seguir:

- Os pavimentos com arranjo do tipo espinha de peixe possuem melhores níveis de desempenho, apresentando menores valores de deformação permanente associados ao tráfego, enquanto observaram-se maiores deformações permanentes em pavimentos com modelos de assentamento do tipo fileira, principalmente quando o assentamento for paralelo ao sentido do tráfego;
- As PPC de lados segmentados possuem melhor comportamento do que aquelas que apresentam lados retos ou suavemente curvados. As peças segmentadas apresentam menores deformações na trilha de roda e menores deformações horizontais (ondulações) para um mesmo nível de tráfego;
- O aumento da espessura das peças, dentro de um intervalo de 60mm a 100mm, é benéfico ao desempenho do pavimento. Indicaram que as deformações permanentes no pavimento eram consideravelmente menores com peças pré-moldadas de concreto de 80mm do que com as peças de 60mm, num mesmo nível de solicitação. O teste com PPC de 100mm mostrou deformações permanentes inferiores e uma variação muito acentuada em relação às peças de 80mm;
- Para as espessuras de colchão de areia entre 40 e 70mm, as deformações são pequenas e muito parecidas e, para uma espessura de 100mm, o valor da deformação permanente quadruplica em relação à espessura de 70mm.

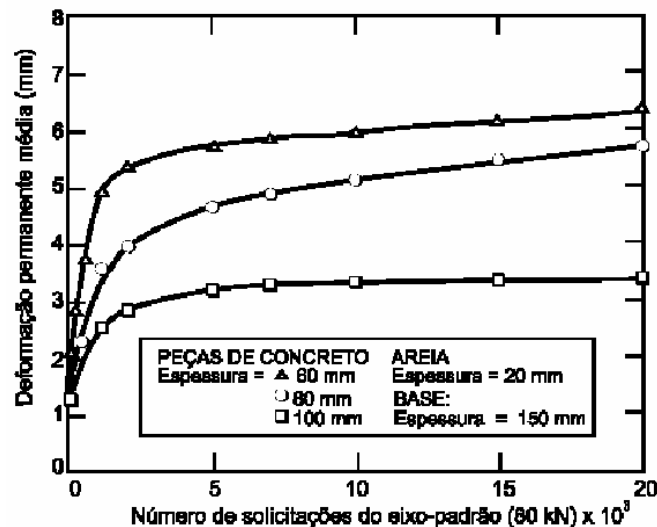


Figura 1: Efeito da espessura das peças de concreto no desempenho do pavimento sob solicitação do tráfego (Shackel, 1990).

Müller e Motta (2004) relatam o estudo realizado para a avaliação da transmissão de tensões, pela instalação de células de carga no interior da camada de colchão de areia e na interface da camada de base e da camada de colchão de areia em um trecho experimental de pavimentos intertravados, construído no acesso de caminhões da fábrica de cimentos da HOLCIM S.A. na cidade de Cantagalo – RJ. A camada de rolamento é constituída por PPC de diferentes espessuras (40, 60, 80 e 100mm) e a camada de colchão de areia manteve-se a espessura constante, para os quatro trechos.

Os resultados obtidos através das leituras das células de carga no interior das seções experimentais sob a ação de uma carga de um caminhão do tipo Toco, com carga em seu eixo traseiro, simples de roda dupla, de 10.330 kg e com carga total de 12.020 kg. PPC estão apresentadas a seguir (Müller e Motta, 2004):

- No sub-trecho de PPCs de 40mm as células registraram tanto a passagem do eixo traseiro quanto à do eixo dianteiro, enquanto nos demais sub-trechos detectou-se apenas a passagem do eixo traseiro;
- A célula de carga instalada na interface do colchão de areia com a base cimentada no trecho de PPC de 40mm registrou cargas menores que a célula instalada no mesmo local só que no trecho de PPC de 60mm, tal não foi observado quando as células estavam instaladas no colchão de areia;
- O aumento da espessura das PPCs diminui as pressões transmitidas às células de carga.

3. CARACTERÍSTICAS DO PAINEL EXPERIMENTAL

3.1 O Painel Experimental

Saramago (2002) construiu um painel experimental para estudar a influência da compactação de muros de solos reforçados e nele monitorou as tensões desenvolvidas ao longo dos reforços, os deslocamentos internos e das faces do muro. Este painel está localizado no interior do Setor de Modelos Físicos, denominado Prédio Willy Alvarenga Lacerda, nas dependências do Laboratório de Geotecnia da COPPE/UFRJ, e foi utilizado no presente

estudo para a observação da transmissão de esforços e deslocamentos em PPC, conforme detalhado nos itens que se seguem.

3.2 Estrutura do Painel Experimental

A estrutura da caixa para ensaios de modelos reduzidos de solos reforçados possui as seguintes dimensões: 2m de largura, 3m de comprimento e 1,5m de altura e está descrita por Saramago (2002). As laterais da caixa são em concreto armado com faces revestidas por placas de polietileno de peso molecular ultra-alto denominado UHMW 1900. Além do UHMW, as faces laterais e de fundo receberam uma fina camada de graxa de silicone que foi recoberta por uma lona plástica. Este procedimento teve o objetivo de minimizar o efeito do atrito entre o solo e as faces do modelo de forma a se aproximar de um estado plano de deformações. A fim de se evitar danos mecânicos sobre a lona plástica, esta foi recoberta por um geotêxtil tecido.

No estudo de contenção de taludes, pode-se dizer que o modelo físico representa uma porção de um muro real, permitindo a modelagem do comportamento de um muro de até, aproximadamente, 7m de altura. A Figura 2 representa o painel de solos reforçados (Saramago, 2002; Barbosa Junior, 2003).

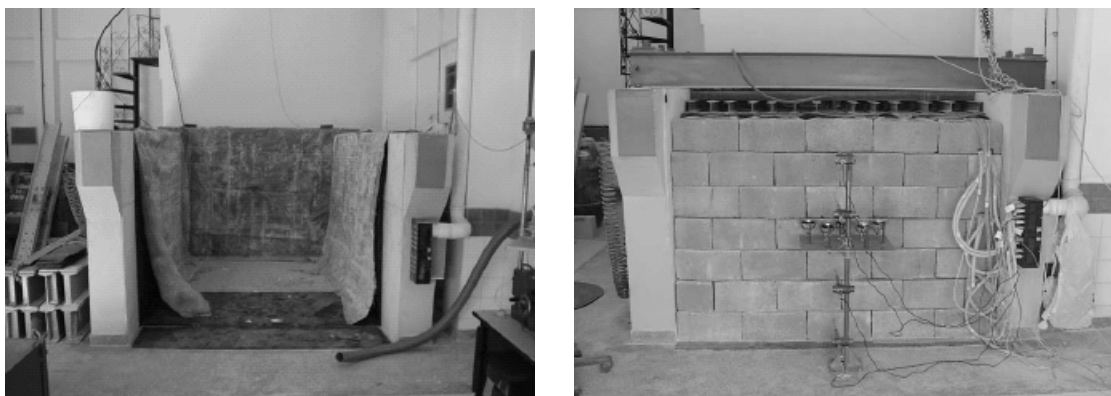


Figura 2: Representação da montagem do muro do painel de solos reforçados.

3.3 Sistema de Aplicação do Carregamento na Superfície do Pavimento Intertravado

Para a aplicação do carregamento na superfície do pavimento, utilizou-se um macaco hidráulico com capacidade de 10 toneladas força. Para a simulação ficar o mais próximo possível do real, colocou-se entre o macaco hidráulico e a superfície do pavimento uma placa metálica de aço com 9cm de espessura e área de 254,34cm², tentando simular o contato do pneu com o pavimento. Embora a rigidez da placa seja muito maior que a do pneu, foi escolhida esta placa metálica, pois esta já estava disponível no Laboratório de Geotecnia.

O sistema de reação adotado foi o mesmo utilizado para os ensaios de solos reforçados, ou seja, uma viga de aço de aproximadamente 300kg presa na parte superior do local onde eram realizados o carregamento com o macaco. Com este sistema de reação, as cargas aplicadas poderiam chegar até 8 toneladas força, caso fosse necessário. A montagem do sistema de aplicação do carregamento e do sistema de reação é apresentado na Figura 3(a).

A carga aplicada pelo macaco na placa era verificada através de uma célula de carga posicionada entre a placa e o macaco. A célula utilizada para a verificação do carregamento

aplicado era do mesmo modelo das que foram utilizadas para o registro das tensões transmitidas. O carregamento foi levado até a carga que submeteu o pavimento a uma pressão de aproximadamente 0,56MPa (5,6kgf/cm²). Porém, devido à aplicação manual do carregamento, esta pressão, na maioria dos casos, ultrapassou a planejada chegando, em alguns ensaios, até 0,8 MPa (8kgf/cm²), portanto para comparação das diferentes estruturas foi escolhida uma pressão igual a 0,6MPa (6,0kgf/cm²) que foi atingida em todos os experimentos. Aplicam-se cinco ciclos de carregamento e descarregamento para cada ensaio.

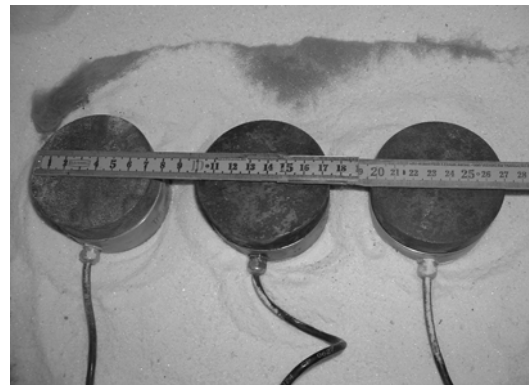
3.4 Instalação das Células de Carga

As células de carga, previamente calibradas em laboratório, foram instaladas na interface do colchão de areia e da areia de quartzo, utilizada normalmente nos ensaios de solos reforçados, que nestes experimentos funcionou como camada adjacente ao revestimento de blocos de concreto. Foi instalado um conjunto de três células de carga para cada uma das simulações.

As células foram dispostas a distâncias iguais entre si, partindo do centro de aplicação do carregamento e variando 10cm de distância entre seus centros, resultando na seguinte configuração: uma célula no centro de aplicação do carregamento, uma a 10cm do centro e a terceira a 20cm do centro de aplicação do carregamento. Assim sendo, optou-se por denominá-las, respectivamente, de “centro”, “10” e “20”, fazendo assim uma referência ao local onde se encontravam. Todas as células foram niveladas entre si e alinhadas em cada uma das montagens realizadas. A Figura 3(b) apresenta um exemplo de uma das etapas de colocação das células.



(a)



(b)

Figura 3: (a) Sistema de aplicação do carregamento nas PPC e do sistema de reação para os experimentos realizados no Painel de Modelos Físicos; (b) Instalação do conjunto de células de carga no painel experimental.

3.5 Estrutura do Pavimento Intertravado Utilizada no Painel Experimental

A estrutura utilizada no painel experimental foi constituída por uma camada de areia de quartzo, normalmente utilizada para os ensaios de solos reforçados, e segundo Saramago (2002), esta escolha deu-se em função deste material ser inerte, puramente friccional, encontrado comercialmente em granulometrias diferentes, sendo possível, com isto, obter uma granulometria bem graduada e principalmente em função de concluir que as jazidas naturais exploradas no Rio de Janeiro não eram utilizáveis (em virtude de não terem uma granulometria constante e da perda desta após sucessivas compactações).

Primeiramente realizou-se o nivelamento e a compactação da areia de quartzo e, após, para evitar a contaminação desta com a areia do colchão colocou-se um plástico preto entre estas duas camadas. Colocada o plástico, realizavam-se a distribuição e o nivelamento da areia destinada ao colchão, conforme as espessuras previstas, tomando o cuidado para esta não ser tocada após o nivelamento. Realizada esta etapa, as PPC eram assentadas conforme o modelo pré-estabelecido, a colocação das peças era sempre iniciada por um dos cantos vivos.

Como painel experimental possui uma área superficial de 6m^2 e devido ao grande número de montagens decidiu-se dividir a área superficial em duas e confeccionar o revestimento de PPC com os dois formatos de peças que se tinha à disposição (retangular e dentada) para cada experimento em apenas uma montagem. Com esta formação podia-se estudar a influência do formato das peças para um mesmo modelo de assentamento e espessura do colchão de areia. Concluída a operação de assentamento dos blocos, o pavimento era submetido à compactação, ou vibração, com a ação de uma placa vibratória, que é o objetivo deste trabalho e os resultados serão apresentados no item 4. A Figura 4 apresenta a estrutura montada no painel experimental para os estudos realizados.

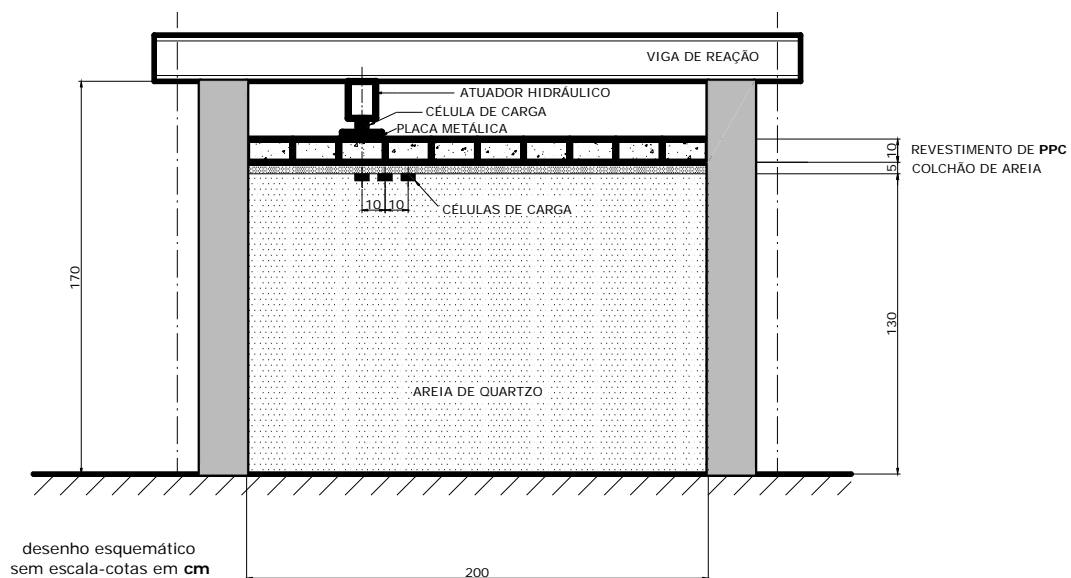


Figura 4: Painel de solos reforçados após todas as etapas construtivas

4. COMPACTAÇÕES REALIZADAS PARA A PESQUISA

Após a operação de assentamento dos blocos, o pavimento era submetido à compactação, ou vibração, com a ação de uma placa vibratória. Segundo Carvalho (1998) a compactação deve ser realizada em duas fases descritas a seguir:

- **Compactação Inicial:** realizada após a colocação dos blocos, possuindo como principais funções: rasar os blocos, dar início ao adensamento da camada de areia sob os blocos e induzir a penetração dos blocos na camada inferior, fazendo com que a areia penetre nas juntas laterais dos blocos de modo a produzir o intertravamento. Nesta, deve-se passar a placa vibratória no mínimo duas vezes em cada direção;
- **Compactação Final:** realizada após a selagem das juntas, possuindo a função de dar firmeza ao pavimento. Deve ser realizada com o mesmo equipamento e da mesma

forma da anterior, com a diferença que a placa vibratória deve ser passada no mínimo quatro vezes em cada direção.

Porém, segundo Carvalho (1998) e Shackel, (1990), a passagem do tráfego contribui para completar a selagem das juntas e para estabilizar as deformações permanentes. Portanto, optou-se por uma sequência de compactação diferente da descrita acima e recomendada por Carvalho (1998).

Para procurar simular o efeito da passagem do tráfego sobre o pavimento, acrescentou-se uma maior energia na compactação do pavimento intertravado a ser ensaiado. Assim, a sequência de compactação realizada no experimento foi a seguinte:

- **Compactação Inicial:** realizada após o assentamento dos blocos, por um período de 15 minutos, passando a placa vibratória em todas as direções e sentidos;
- **Compactação e Selagem das Juntas:** realizada em três etapas de 5 minutos, totalizando 15 minutos. Antes de cada uma das três etapas, foi distribuída sobre o pavimento a areia destinada à selagem das juntas, procurando-se, também, efetuar a passagem da placa vibratória em todas as direções e sentidos;
- **Compactação Final:** etapa realizada em um período de 30 minutos, podendo ser dividida em duas etapas de 15 minutos, as quais destinavam-se única e exclusivamente a estabilizar as deformações permanentes e simular, ainda que em um processo não usual, a passagem do tráfego.

5. INFLUÊNCIA DA COMPACTAÇÃO NA TRANSMISSÃO DE ESFORÇOS

Para analisar a influência da compactação, realizada nas peças de concreto do revestimento do painel experimental de pavimentos intertravados, foram realizados alguns ensaios de transmissão de esforços antes da realização das compactações e após cada uma das fases de compactação a que o pavimento foi submetido (compactação inicial, compactação e selagem das juntas e compactação final).

Para tanto foram realizados vinte e quatro experimentos, para casos de blocos de 60 e 80mm de espessura e com a utilização do colchão de areia de 75mm. Os blocos de 80mm de espessura foram ensaiados no modelo de assentamento espinha de peixe e linear, com formato de peças retangular e dentada, já os blocos de 60mm foram ensaiados apenas no arranjo de assentamento fileira com peças dentadas e retangulares. Os resultados obtidos da transmissão de tensões estão apresentados nas Figuras 5 a 7, lembrando que a carga aplicada na superfície foi de 6,0kgf/cm².

Nota-se que, para os experimentos realizados a compactação possui relevante influência para a estabilização e diminuição dos esforços transmitidos da superfície para a camada de base. A compactação inicial apresenta algumas irregularidades, pois na maioria dos casos as tensões transmitidas aumentam, com as demais compactações as tensões diminuem significativamente e vêm a estabilizar.

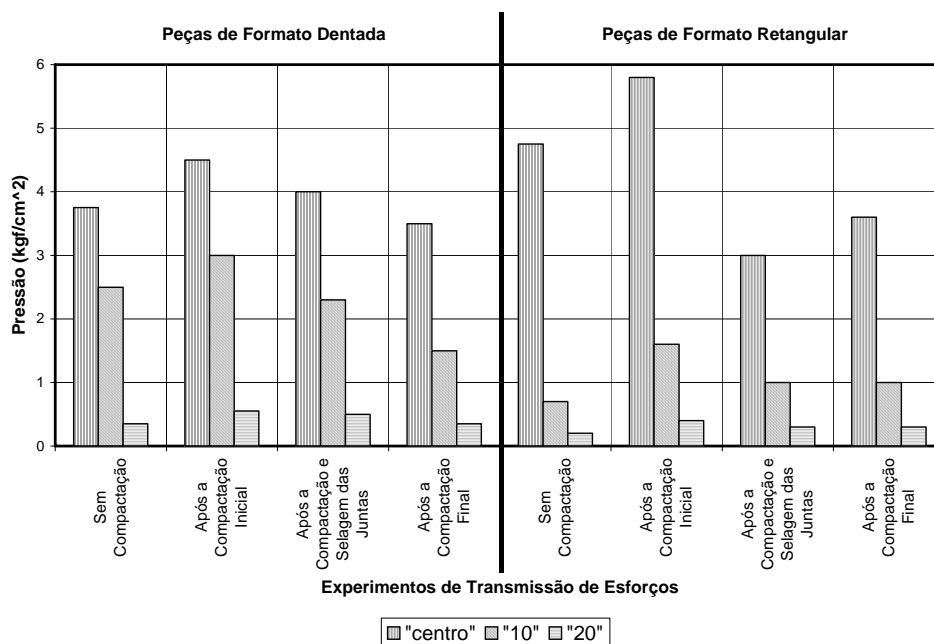


Figura 5: Influência da compactação na transmissão de esforços nos blocos de 60mm com modelo de assentamento fileira ou linear.

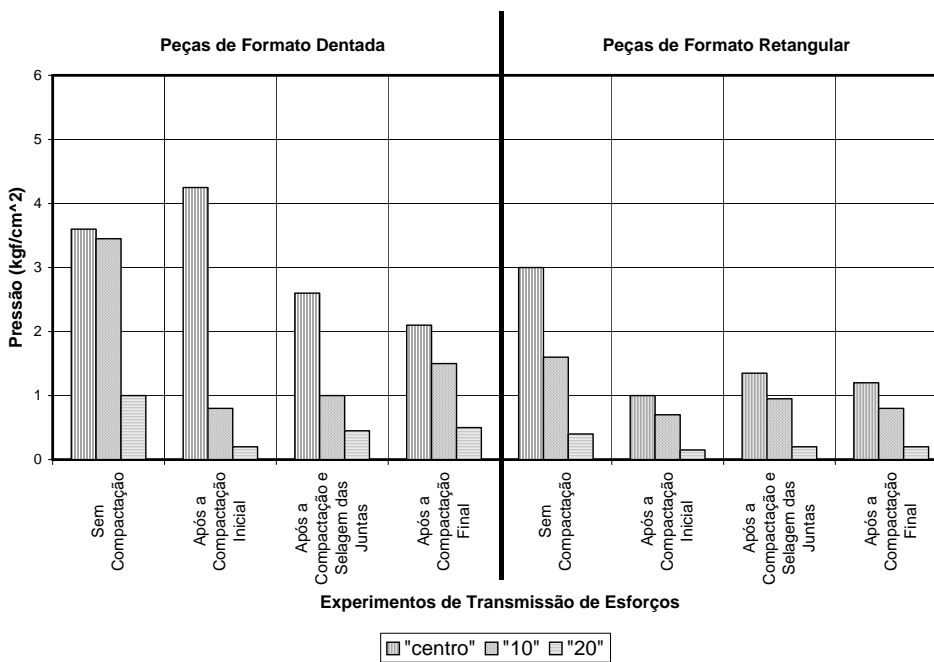


Figura 6: Influência da compactação na transmissão de esforços nos blocos de 80mm com modelo de assentamento fileira ou linear.

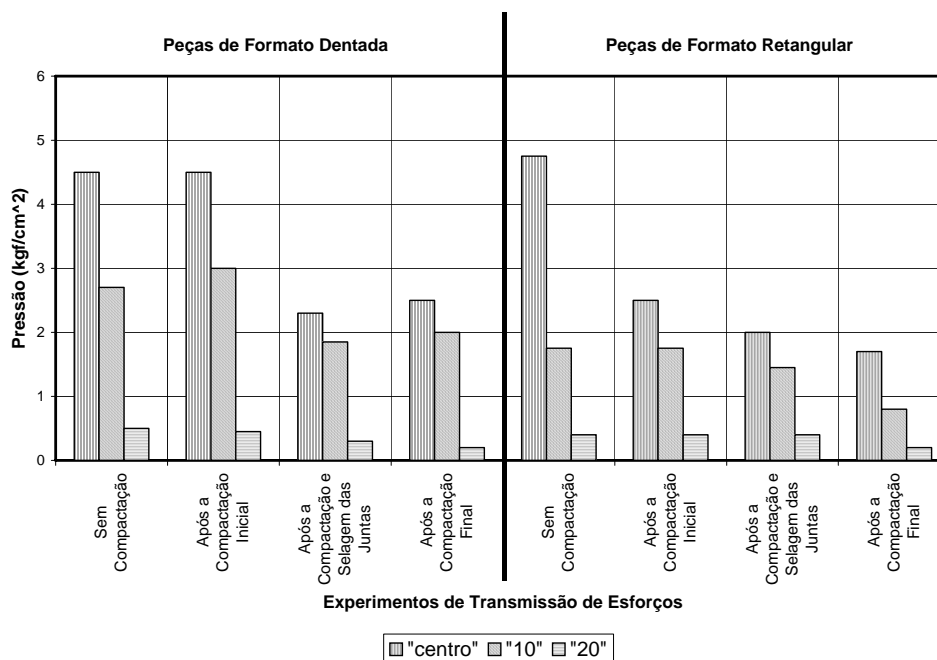


Figura 7: Influência da compactação na transmissão de esforços nos blocos de 80mm com modelo de assentamento espinha de peixe.

6. INFLUÊNCIA DA COMPACTAÇÃO NOS DESLOCAMENTOS

Para a determinação dos deslocamentos entre os blocos do pavimento intertravado, foi utilizado um dispositivo tipo “Crack Activity Meter” (medidor de atividade de trincas - CAM), representado na Figura 8(a), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Transportes da África do Sul, que é um medidor de deslocamentos que permite efetuar medições dos movimentos verticais e horizontais entre as paredes de uma trinca. Os movimentos são medidos por LVDTs. O primeiro LVDT instalado na posição horizontal mede o deslocamento relativo na direção horizontal e o segundo na posição vertical mede o movimento relativo na direção vertical entre as paredes da trinca (Vilchez, 2002).

No caso da utilização do CAM para a medição dos deslocamentos entre dois blocos justapostos o LVDT foi posicionado sobre a placa circular, responsável pela aplicação de tensões sobre a superfície do pavimento, e o equipamento foi apoiado sobre um bloco lateral que não recebia diretamente os esforços gerados pela placa. A Figura 8(b) apresenta o CAM posicionado sobre o pavimento intertravado.

Para a realização dos experimentos de deslocamentos verticais, realizavam-se as seguintes etapas:

- Monta-se o sistema de reação e de aplicação do carregamento;
- Ajusta-se a placa circular de modo que um bloco lateral a esta não esteja sofrendo nenhum tipo de solicitação de superfície;
- Posiciona-se o CAM, com o LVDT ajustado na posição vertical, sobre o bloco que não esteja sofrendo carregamento;
- Posiciona-se o LVDT sobre a placa circular;
- Aplica-se o carregamento e realizam-se as leituras.

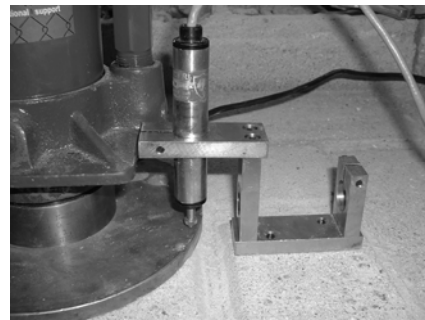
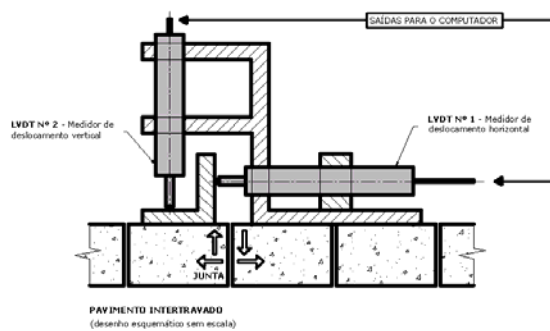


Figura 8: (a) Medidor de deslocamentos CAM (modificado de Vilchez, 2002), (b) Ensaio de deslocamento horizontal.

Para analisar a influência da compactação, realizada nas peças de concreto do revestimento do painel experimental de pavimentos intertravados, foram realizados alguns ensaios de deslocamento antes da realização das compactações e após cada uma das fases de compactação que o pavimento foi submetido (compactação inicial, compactação e selagem das juntas e compactação final).

Para tanto, foram realizados vinte e quatro experimentos, para casos de blocos de 60 e 80mm de espessura e com a utilização do colchão de areia de 75mm. Os blocos de 80mm de espessura foram ensaiados no modelo de assentamento espinha de peixe e linear, com formato de peças retangular e dentada, já os blocos de 60mm foram ensaiados apenas no arranjo de assentamento fileira com peças dentadas e retangulares. Os resultado dos deslocamentos medidos estão apresentados nas Figuras 9 a 11.

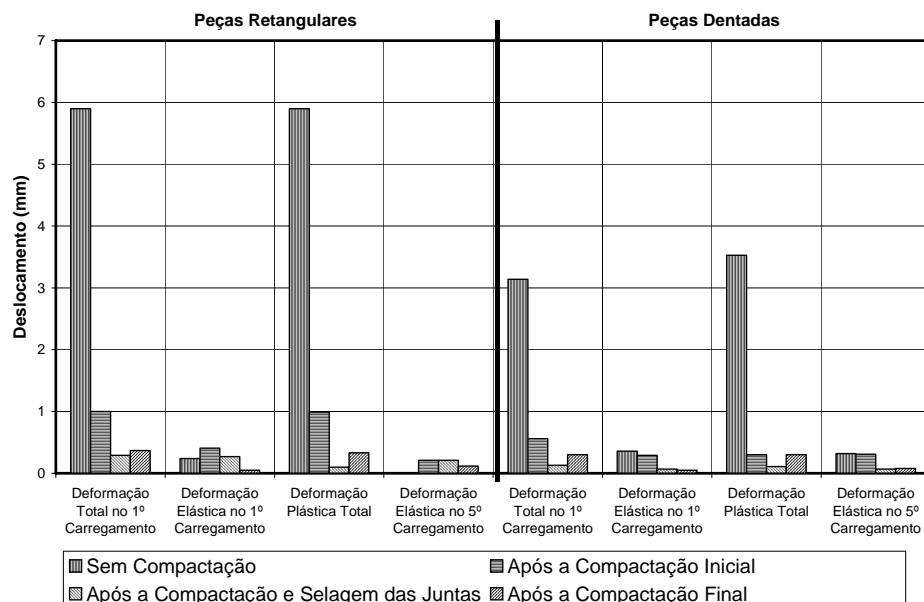


Figura 9: Influência da compactação nos deslocamentos com a utilização de PPC de 60mm, no modelo de assentamento linear.

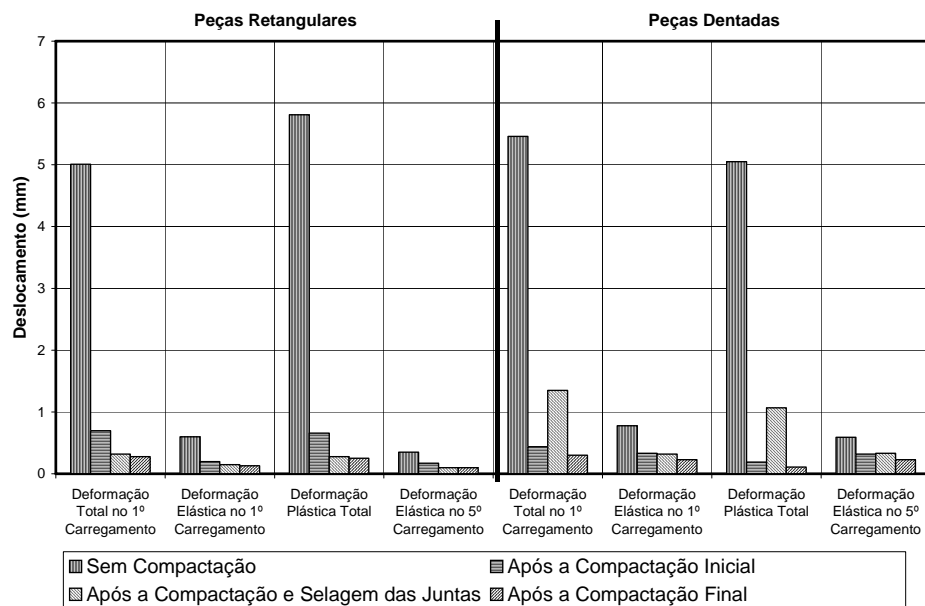


Figura 10: Influência da compactação no deslocamento com a utilização de blocos de 80mm, no modelo de assentamento linear.

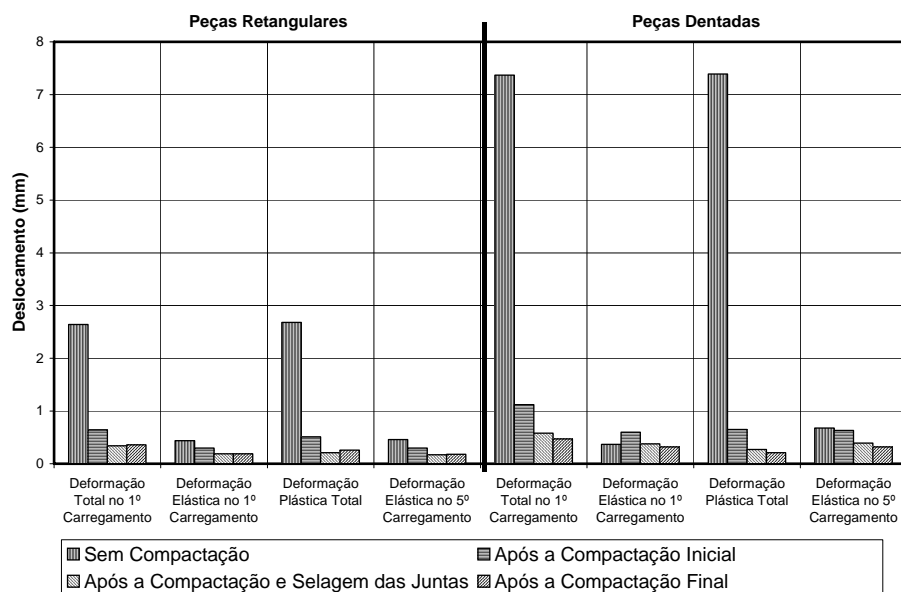


Figura 11: Influência da compactação nos deslocamentos com a utilização de blocos de 80mm, no modelo de assentamento espinha de peixe.

A compactação inicial apresenta maior relevância para os deslocamentos de superfície, diminuindo-os, as demais compactações não apresentam características tão marcantes para a diminuição dos deslocamentos, porém colaboram para a estabilização, dos mesmos.

7. CONCLUSÕES

- É grande a influência da compactação na estabilização das tensões medidas nas células de carga do painel de laboratório principalmente a compactação inicial aplicada após o assentamento dos blocos, por um período de 15 minutos, com a placa vibratória passando em todas as direções e sentidos. A compactação e selagem das juntas e a compactação inicial que estabilizam as deformações permanentes, também exercem influência na estabilização da distribuição das tensões transmitidas;
- A seqüência de compactação realizada no painel experimental mostrou ser de grande importância para a diminuição e estabilização das deformações plásticas
- A utilização de células de carga, previamente calibradas, no painel de laboratório permitiu analisar a distribuição, ou transmissão, de tensões por meio de provas de carga, com até cinco ciclos de carregamento e descarregamento;
- É promissora a utilização do dispositivo CAM, apresentado por VILCHEZ (2002) na medição de deslocamentos verticais nas juntas do pavimento intertravado;

Agradecimentos:

Os autores aproveitam a oportunidade para agradecer as seguintes entidades:

- A ABCP, pela ajuda financeira;
- A HOLCIM S.A.;
- Ao CNPQ pela bolsa concedida aos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BARBOZA JÚNIOR, J. C. (2003). "Estudo Através de Modelos Físicos da Influência da Face e da Compactação em Muros de Solo Reforçado". Tese M. Sc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro – RJ.
- CARVALHO, M. D. (1998) "Estudo Técnico. Pavimentação com Placas Pré-moldadas de Concreto". ET-27. ABCP, São Paulo – SP.
- CRUZ, L. O. M. (2003) "Pavimento Intertravado de Concreto: Estudo dos Elementos e Métodos de Dimensionamento". Tese M. Sc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro – RJ.
- GONÇALVES, F. J. P. (2002) "Estudo do Desempenho de Pavimentos Flexíveis a partir de Instrumentação e Ensaio Acelerados". Tese D. Sc. PPGE/UFRGS, Porto Alegre – RS.
- HALLACK, A. (1998). "Dimensionamento de Pavimentos com Revestimento de Peças Pré-Moldadas de Concreto para Áreas Portuárias e Industriais". Tese de M. Sc, USP – Escola Politécnica, São Paulo-SP.
- MULLER, R. M.; MOTTA, L. M. G. (2004). "Pavimentos Intertravados de Blocos de Concreto – Instrumentação e Avaliação de um Painel Experimental". In 35ª. Reunião Anual de Pavimentação, RAPv, Rio de Janeiro – RJ.
- MULLER, R. M. (2005). "Avaliação de Transmissão de Esforços em Pavimentos Intertravados de Blocos de Concreto". Tese M. Sc, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro – RJ.
- SARAMAGO, R. P., (2002). "Estudo da Influência da Compactação no Comportamento de Muros de Solo Reforçado com a Utilização de Modelos Físicos", Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- SHACKEL, B. (1990) "Design and Construction of Interlocking Concrete Block Pavement". 1st Edition. Elsevier, New York and London.
- SMITH, D. R., (2003). "Grand Entrances". Interlocking Concrete Pavement Magazine, Vol.10, Number 2.
- VILCHEZ, G. E. M.(2002). "Contribuição para a Elaboração de Métodos de Projeto de Restauração de Pavimentos Asfálticos Utilizando Geossintéticos em Sistemas Anti-Reflexão de Trincas". Tese D.Sc. ITA. São José dos Campos – SP.

Rodrigo Menegaz Müller (rodrigommuller@yahoo.com.br)

Laura Maria Goretti da Motta (laura@coc.ufrj.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE

Programa de Engenharia Civil – Bloco B, Sala B-101

Cidade Universitária – Centro de Tecnologia - Ilha do Fundão

Caixa Postal: 68506 CEP: 21945 - 970

Fone: (21) 2562-7200