

## **PAVIMENTOS DE CONCRETO ESTRUTURALMENTE ARMADOS - ENSAIOS EM PEÇAS SUJEITAS A ESFORÇO CORTANTE DUPLO**

**TERTULIANO**, Diego Cássio<sup>1</sup>; **GUIMARÃES**, Gilson Natal<sup>2</sup>

Palavras-chave: Pavimentos – Juntas - Mecanismos de transferência - Esforços cisalhantes.

### **1. INTRODUÇÃO (justificativa e objetivos)**

Na pavimentação de estradas, o uso de pavimentos de concreto vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, tornando-se uma opção frente aos pavimentos asfálticos. Esse crescimento se deve ao fato de que com desenvolvimento de novas tecnologias se tornam inviáveis métodos que necessitem de constantes interrupções para manutenção e que necessite de recapeamento a cada 4 ou 5 anos. É com esse pensamento que a Engenharia busca um tipo de pavimento que atenda as exigências dos consumidores, com qualidade, durabilidade e segurança. O pavimento rígido aparece neste momento, apresentando vantagens sobre o flexível, como:

- maior durabilidade
- fácil manutenção
- custo compatível com o pavimento flexível

Mas, o pavimento rígido está sujeito ao aparecimento de patologias como fissuras, provocadas por empenamentos, variação volumétrica ou ação do tráfego. E é nas juntas seu ponto mais sensível, uma vez que é nela que ocorrem mais problemas estruturais, sendo seu estudo de importância considerável. Portanto é necessário tentar compreender alguns problemas recorrentes da técnica usual de transferência de esforços entre placas de pavimento de concreto, através da avaliação dos mecanismos de transferência de esforços cisalhantes nas juntas de pavimento. Os resultados deverão ser analisados e comparados com modelos teóricos já conhecidos.

### **2. METODOLOGIA**

#### **2.1 – Modelos experimentais e variáveis de estudo**

Na realização deste experimento foram utilizados quatro modelos de placas de concreto e quatro blocos de cisalhamento. Cada placa tinha as dimensões largura e comprimento fixado em sessenta por duzentos e vinte centímetros, com a espessura de oito ou doze centímetros, e os blocos tinham dimensão de 30 cm de largura, 44 cm de comprimento e 30 cm de altura, sendo utilizado um pré-moldado de aço, com 4 cm de largura e 15 cm de comprimento, para uniformizar a espessura da área onde se encontra o mecanismo de transferência em 12 cm (espessura efetiva). Nas quatro placas ensaiadas havia a diferenciação de espessura da placa, presença ou não de barras de transferência, sendo todas com juntas cerradas. Estes pontos foram considerados como variáveis mais importantes a serem analisadas. Nos quatro blocos havia a diferenciação apenas do tipo de mecanismo de transferência utilizado, sendo eles barra circular, barra retangular, disco em formato de diamante e disco formato circular.

#### **2.2- Material utilizado**

Na confecção das placas e dos blocos de cisalhamento foi utilizado concreto usinado dimensionado para uma resistência à compressão aos vinte e oito dias ( $f_{ck}$ ) de 50 MPa para as placas e de 25 MPa para os blocos. Utilizaram-se barras de aço, lisas, de transferência, circulares, barra retangular, discos em formato de

diamante e circular, todos CA-25. As fôrmas metálicas e de madeira utilizadas foram confeccionadas na Escola de Engenharia Civil (EEC). No ensaio das placas, foi utilizado uma camada de areia de vinte centímetros reservada em uma área de dezesseis metros quadrados dentro do Laboratório de Estruturas da EEC da Universidade Federal de Goiás (UFG). Já para o cisalhamento o ensaio foi feito numa prensa dentro do Laboratório de Materiais da EEC da Universidade Federal de Goiás (UFG). Para realização de ensaios, nas placas foi utilizado um atuador (macaco) hidráulico da marca Yellow Power, de capacidade nominal de 300kN (30 toneladas), sendo sua leitura feita com uma célula de carga de 50kN, para os blocos a leitura era feita na própria prensa. Para medir os deslocamentos foi utilizado deflectômetros e as deformações extensômetros elétricos da marca EXCEL.

### 2.3 - Preparação e execução do experimento

O carregamento era aplicado em intervalos de 5kN, e as deformações e deslocamentos lidos. O ensaio nas placas tinha seu final estabelecido quando dos ocorre se fissuração próxima à junta, elevação superior a 10 (dez) centímetros de um dos bordos ou perda de carga acusada na leitora. Para os blocos após seu nivelamento na prensa, os equipamentos para a realização do ensaio eram instalados. Para os blocos de cisalhamento duplo o fim do ensaio não seguiu um padrão bem definido, sendo considerado como critérios de parada a fissuração excessiva próxima à junta (fissuras de cisalhamento) ou a ruptura brusca da peça, com perda de carga no atuador.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 - Carga de ruptura

As cargas de ruptura das placas não tiveram significativo aumento do  $f_{ck}$  de 50 Mpa em relação ao de 25MPa. Já os blocos obtiveram cargas mais elevadas que as placas com o mesmo  $f_{ck}$ . Os dados estão resumidos nas tabelas abaixo:

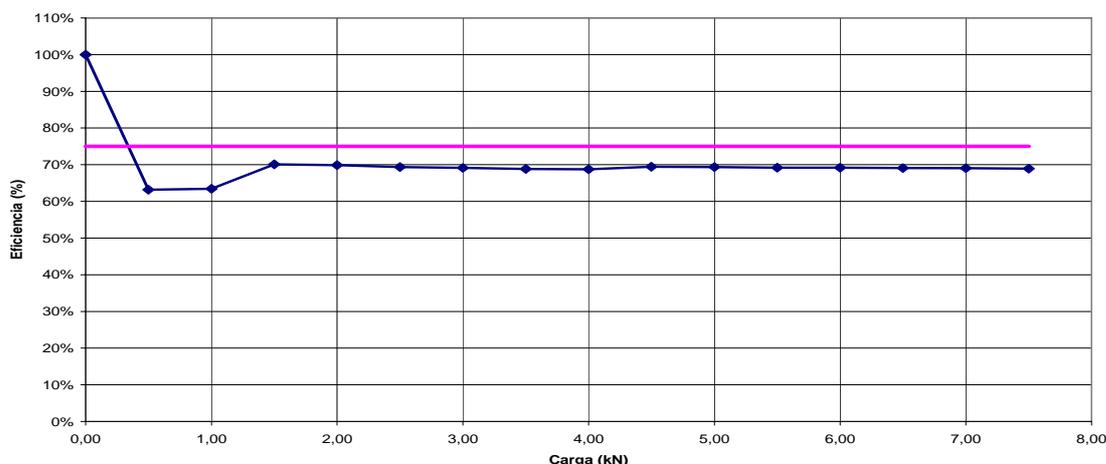
BLOCO	ESPESSURA EFETIVA (cm)	TIPO DE MECANISMO DE TRANFERÊNCIA	FCK (MPa)	CARGA DE RUPTURA (kN)
CD1	12	barra circular	25	125
CD2	12	barra retangular	25	109
CD3	12	diamond	25	erro
CD4	12	disco	25	134

PLACA	ESPESSURA (cm)	BARRA DE TRANSFERÊNCIA	FCK (MPa)	CARGA DE RUPTURA (KN)
J1	8	não	50	40
J2	8	sim	50	112
J3	12	não	50	40
J4	12	sim	50	erro

### 3.2 – Eficiência da junta

O gráfico de eficiência de juntas foi utilizado para verificar quanto de esforço estava sendo transferido pela junta. A ACPA admite que para uma junta seja considerada satisfatória a transferência de carga de uma placa ou bloco para outra apresenta uma eficiência de no mínimo 75%, o que está representado nos gráficos por meio de uma linha rosa constante. Nas placas a eficiência foi boa até a fissuração, enquanto nos blocos foi baixa em todos os ensaios.

EFICIENCIA DA JUNTA - CD1



#### 4. CONCLUSÃO

O uso de um concreto de maior resistência à compressão, não implica que haverá um conseqüente aumento da resistência da placa. A utilização de um concreto mais resistente acarretou o aparecimento de fissuras em todas as placas ensaiadas, em cargas bem abaixo da carga de ruptura. Nos ensaios de double-shear a transferência dos esforços não foi de maneira eficiente como nas placas de mesma espessura, mesmo com o aumento da carga de ruptura nos blocos em relação às placas. Os blocos se romperam antes do escoamento do aço, isso se deve ao fato do concreto estar suportando grande parte do carregamento, que não está sendo transferido eficientemente pelo aço, impedindo seu escoamento. Nos trabalhos posteriores, mais ensaios devem ser realizados, podendo aumentar as dimensões dos blocos, afim de que o aço seja mais solicitado antes da ruptura da peça e melhore a eficiência das juntas.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TERTULLIANO, Gabriel. *Pavimento de concreto estruturalmente armado*. Goiânia, 2005. Dissertação (Mestrado em estruturas). Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, 2005. PITTA, Marcio Rocha. *Projeto de juntas em pavimentos rodoviários de concreto*. 6. ed. São Paulo, ABCP, 1998. 36p. (ET-13).
2. RODRIGUES, Lezzir R. *Pavimento de concreto estruturalmente armado*. Goiânia, 2003. Dissertação (Mestrado em estruturas). Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, 2003.

#### FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq/PIBIC

<sup>1</sup> Bolsista de iniciação científica, Escola de Engenharia - Laboratório de Estruturas  
[titiago@hotmail.com](mailto:titiago@hotmail.com)

<sup>2</sup> Orientador, Escola de Engenharia/UFG, [gilson@eec.ufg.br](mailto:gilson@eec.ufg.br)