

ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE *

Euzébio Bernabé Zanelato

Jonas Alexandre

Afonso Rangel Garcez de Azevedo

Markssuel Teixeira Marvila

Gustavo de Castro Xavier

Niander Aguiar Cerqueira

Sergio Neves Monteiro

Lúcio José Terra Petrucci¹

Resumo

A utilização de pavimentos intertravados tem crescido nos últimos anos, principalmente devido aos benefícios quanto à drenagem e baixo custo. No entanto, devem atender a requisitos mínimos de resistência e propriedades físicas para que tenham desempenho satisfatório ao longo de sua vida útil. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de blocos de concreto colocados no Instituto Federal Fluminense que apresentaram problemas durante sua execução. Foram coletados blocos de concreto de outro local onde não foram verificados problemas de desempenho para comparação. Os blocos foram avaliados pelos ensaios de avaliação dimensional, absorção de água e resistência mecânica. Os resultados indicaram graves problemas de desempenho dos blocos que apresentaram problemas durante a sua colocação. Já os blocos coletados para comparação atenderam a todos os requisitos da norma. Pode-se concluir assim que devido às propriedades verificadas, o Bloco que já apresentou problema não deve ser utilizado para fins de pavimentação.

Palavras-chave: Bloco de concreto; Pavimentação; Desempenho.

CASE STUDY: EVALUATION OF PERFORMANCE OF CONCRETE BLOCKS FOR PAVING THE FEDERAL FLUMINENSE INSTITUTE

Abstract

The use of interlocking pavements has grown in recent years, mainly due to the benefits of drainage and low cost. However, they must meet minimum requirements for strength and physical properties so that they perform satisfactorily over their lifetime. The objective of this work is to evaluate the performance of concrete blocks placed at the Federal Fluminense Institute that presented problems during their execution. Concrete blocks were collected from another location where no performance problems were found for comparison. The blocks were evaluated by the dimensional evaluation, water absorption and mechanical strength tests. The results indicated serious problems of performance of the blocks that presented problems during their placement. Already the blocks collected for comparison met all the requirements of the standard. It can thus be concluded that due to the verified properties, the block that has already presented problem should not be used for paving purposes.

Keywords: Concrete block; Paving; Performance.

¹ *Engenheiro Civil, doutorando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

- ² *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ³ *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁴ *Engenheiro Civil, mestre em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁵ *Engenheiro Civil, doutor em Geotecnia, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil*
- ⁶ *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV. Universidade Redentor de Campos, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁷ *Engenheiro Metalúrgico, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, IME, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*
- ⁸ *Engenheiro Civil, doutor em Ciência dos materiais, LAMA,. Universidade Cândido Mendes, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

As vias de tráfego de veículos são fundamentais para uma melhor organização da sociedade. São por estas vias que são escoadas as cargas e é feita a movimentação de grande parte da população durante o seu trajeto diário.

Para um melhor desempenho das vias de tráfego, os materiais utilizados na sua execução foram sendo estudados e melhorados ao longo dos anos, principalmente a partir dos anos 60 onde houve grandes avanços nos estudos geotécnicos.

As vias antigas eram predominantemente de rochas assentadas sobre uma base de terra ou mesmo com a superfície de terra para tráfego. Tempos depois as rochas foram sendo processadas até se tornarem os paralelepípedos que são utilizados ainda nos dias de hoje. Em paralelo a isso, as vias de grande tráfego foram utilizando pavimentos mais resistentes como os de asfalto e mais recentemente os rígidos feitos de concreto.

Em vias de tráfego menos intenso, como os de estacionamento, existe maior procura por revestimentos intertravados, onde a drenagem ocorre de forma mais eficiente e possui menor custo, como é o caso do uso de paralelepípedos. Mais recentemente, blocos cerâmicos e de concreto tem sido mais utilizados com este mesmo fim, já que há perceptível redução do custo na utilização destes materiais.

A utilização de bloco de concreto é normatizada pela NBR 9781 [1], que fixa os padrões mínimos que esses materiais devem apresentar para que possam ser utilizados como revestimento em pavimentos.

O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de blocos de concreto utilizados no Instituto Federal Fluminense e verificar se os mesmos estão em conformidade com a norma. Este estudo se faz necessário principalmente devido aos problemas verificados na colocação dos blocos, onde era visível o seu esfarelamento e ruptura com pequenos impactos. A figura 1 ilustra o local onde os blocos de concreto foram assentados.



Figura 1 – Local de colocação dos blocos de concreto.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Materiais

Os blocos de concreto foram coletados no local da obra onde os mesmos seriam assentados. Foram escolhidos os blocos que ainda estavam estocados e que não apresentavam nenhum problema superficial.

Foi coletado um total de 19 blocos para a realização dos ensaios. Estes blocos foram identificados como blocos A.

Com objetivo de comparação, também foram coletados blocos de concreto em pavimento já executado dentro do próprio Instituto. O local escolhido não apresenta problemas de desempenho desde sua colocação.

Foi coletado um total de 19 blocos para a realização dos ensaios. Foram escolhidos os blocos que ainda estavam estocados e que não apresentaram nenhum problema superficial. Estes blocos foram identificados como blocos B.

2.2 Métodos

Para análise do desempenho destes blocos de concreto, foram realizados três ensaios: Avaliação dimensional, Absorção de água e Resistência à compressão. Os ensaios foram realizados seguindo as recomendações da NBR 9781 [1].

- Avaliação dimensional

A avaliação das dimensões foi realizada nos planos paralelos ou perpendiculares de acordo com a dimensão analisada. A figura 2 ilustra o tipo de peça de concreto de acordo com a norma NBR 9781 [1].

A avaliação dimensional tem grande importância principalmente pela estética, para um melhor alinhamento dos blocos, além de resistência mecânica, onde a espessura do bloco cerâmico tem fundamental importância na resistência [2].

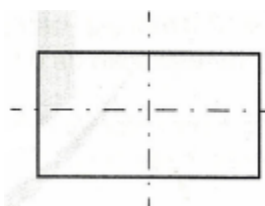


Figura 2 – Exemplo de peça do tipo I [1].

Foram realizadas medidas em pelo menos três pontos das dimensões: Comprimento, Largura e Espessura. Foram coletadas 6 amostras para cada lote analisado.

- Absorção de água

O ensaio consiste na verificação do volume de água absorvido pelo bloco ao ser imerso num recipiente com água por 24 hrs.

O ensaio tem fundamental importância para a durabilidade dos blocos de concreto, visto que maior valores de resultado indicam maior porosidade e maior potencial de apresentar patologias que irão prejudicar o seu desempenho a longo prazo [3].

- Resistência à compressão

Para a realização do ensaio, é necessário preliminarmente executar o preparo do corpo de prova através de capeamento, técnica que torna paralela as duas superfícies de ensaio do corpo de prova e necessária para alinhamento das placas auxiliares durante o ensaio.

Após o preparo do corpo de prova, o mesmo é submetido à cargas de compressão através de prensa hidráulica com aplicação constante de força. Para a obtenção da resistência, equação 1, é feita a divisão da carga aplicada pela área além da aplicação de fatores de correção estatísticos pelo desvio padrão S , conforme equação 2 e o coeficiente de *Student t* de acordo com Tabela 1.

$$f_{pk,est} = f_p - t \cdot s \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f_p - f_{pi})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Tabela 1 – Coeficiente de Student.

n	t
6	0,920
7	0,906
8	0,896
9	0,889
10	0,883

A resistência à compressão é um parâmetro fundamental para o desempenho dos blocos de concreto, já que é a principal solicitação a que os mesmos serão submetidos. Blocos de concreto que não apresentem resistência adequada apresentarão fissuramento que levarão a ruptura antes da vida útil do material [4].

2.3 Resultados

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de avaliação dimensional dos blocos de concreto. Segundo a norma, os valores de dimensão efetiva dos blocos têm tolerância máxima de $\pm 3\text{mm}$.

Tabela 2 – Resultados do ensaio de avaliação dimensional.

Tipo do Bloco	Quantidade de c.p. não conforme com a norma			Largura Média (mm)	Altura Média (mm)	Comprimento Médio (mm)	Aprovado (A) Rejeitado (R)
	L	H	C				
Bloco A	0	0	0	98,2	79,2	199,3	(A)
Bloco B	0	0	0	100,5	80,4	200,4	(A)

Como verificado na Tabela 2, os resultados da avaliação dimensional dos blocos indicaram adequação dos blocos em relação aos requisitos da norma. Sendo assim, durante a fabricação e cura dos blocos, os mesmos não apresentaram problemas que interferissem na sua geometria.

Na Tabela 3 estão indicados os resultados obtidos no ensaio de absorção de água dos blocos de concreto. Segundo a NBR 9781 [1], a média deve ser abaixo de 6% e nenhum valor individual de absorção deve ser superior a 7%.

Tabela 3 – Resultados do ensaio de Absorção de água.

Amostra	Bloco A			Bloco B		
	Seco (g)	Saturado (g)	Absorção (%)	Seco (g)	Saturado (g)	Absorção (%)
1	2678,8	3118,7	16,42	2894,9	3024,3	4,47
2	2690,7	3139,4	16,67	2937,4	3078,6	4,81
3	2745,4	3207,1	16,82	2902,6	3039,7	4,72
	Média		16,64	Média		4,67

Os resultados de absorção de água indicam graves problemas com o bloco A. Tanto a média quanto os valores individuais se encontram consideravelmente acima dos limites impostos pela norma. O Bloco A tem maior potencial de apresentar problemas em relação ao desempenho à longo prazo.

Já o Bloco B apresenta valores compatíveis com a norma tanto para a média quanto para os valores individuais. Sendo assim, o Bloco B apresenta desempenho satisfatório em relação à absorção de água.

Na Tabela 4 estão indicados os resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão e a análise estatística proposta pela norma. Para o tráfego de pedestres e veículos comerciais, conforme requisitos do local de aplicação, a norma especifica que o bloco de concreto deve apresentar valores mínimos de 35MPa aos 28 dias de cura, conforme análise estatística proposta pela norma.

Tabela 4 – Análise estatística e resultado da resistência à compressão.

Amostra	Bloco A				Bloco B			
	Força (tf)	Área	Resistência (MPa)	$(f_p - f_{pi})$	Força (tf)	Área	Resistência (MPa)	$(f_p - f_{pi})$
1	3,31	5671,63	5,84	0,60	24,76	5671,63	43,66	3,88
2	3,8		6,70	2,69	26,25		46,28	21,13
3	2,58		4,55	0,26	23,02		40,59	1,21
4	1,94		3,42	2,69	24,62		43,41	2,97
5	2,55		4,50	0,32	23,64		41,68	0,00
6	2,99		5,27	0,04	21,12		37,24	19,79
7	3,28		5,78	0,52	22,97		40,50	1,41
8	2,77		4,88	0,03	22,11		38,98	7,31
9	3,29		5,80	0,55	21,97		38,74	8,70
10	2,19		3,86	1,44	25,97		45,79	16,83
	Média		5,06		Média		41,69	
	$\Sigma(f_p - f_{pi})$		9,14		$\Sigma(f_p - f_{pi})$		83,22	
	s		1,01		s		3,04	
	t		0,883		t		0,883	
	$f_{pk,est}$		4,17		$f_{pk,est}$		39,00	

Os resultados obtidos no ensaio de resistência indicam novamente graves problemas de desempenho no Bloco A. Os valores estão significativamente abaixo

do mínimo de 35MPa exigidos, além disso, nem mesmo o valor individual mais alto, sem a redução da resistência pela distribuição normal, apresentou mais do que 20% da resistência necessária.

Assim como verificado nos outros ensaios, o Bloco B apresenta desempenho satisfatório e atende com ligeira folga o requisito mínimo de 35MPa. Verifica-se baixa dispersão dos resultados onde todos os blocos alcançaram valores acima do mínimo especificado.

Os resultados muito abaixo do esperado para o Bloco A pode ser justificado devido à sua composição. A figura 3 apresenta a seção transversal do Bloco A após ruptura.



Figura 3 – Bloco A após ruptura.

Verifica-se pela figura que internamente o bloco apresenta esfarelamento, ou seja, problemas relacionados com a dosagem e principalmente hidratação insuficiente do cimento. A utilização do Bloco A com a finalidade de pavimentação foi interrompida após a realização dos ensaios técnicos.

3 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nos ensaios indicaram que o Bloco B apresentou todos os requisitos mínimos para utilização de pavimentação com a finalidade de tráfego leve. Não houveram problemas relacionados a nenhum dos blocos, sendo assim, recomenda-se sem ponderações a utilização deste bloco.

Os resultados obtidos nos ensaios indicaram graves problemas de desempenho para o Bloco A. O bloco apresentou absorção de água excessiva e resistência inferior ao mínimo especificado pela norma. Ao verificar internamente, o bloco apresenta visível problema de dosagem e problemas de hidratação do cimento.

Pode-se concluir assim que o Bloco A não deve ser utilizado para pavimentação, já o Bloco B é recomendada sua utilização.

REFERÊNCIAS

- 1 Associação brasileira de normas técnicas (2013). ABNT NBR 9781. Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio.
- 2 Castro, L. C., Degues, K. M., Cypriano, M. G., Rocha, M. R., Montedo, O. R. K., & Angioletto, E.. (2017). Evaluation of the thermal performance of different cold materials for urban paving. *Cerâmica*, São Paulo , v. 63, n. 366, p. 203-209, Apr. 2017.

- 3 CERVO, T.C.; BALBO, J.T.; BADAWY, M. and SEVERI, A.A.. Influence of curing procedures and porosity in the flexural resistance of concretes for paving. Rev. IBRACON Estrut. Mater. [online]. 2010, vol.3, n.4 pp.391-395.
- 4 SILVA, Fabiana Maria da; VAZ, Viviane Visnardi; BARBOSA, Luisa Andreia Gachet and LINTZ, Rosa Cristina Cecche. Avaliação da resistência mecânica de pisos intertravados de concreto sustentáveis (PICS). Matéria (Rio J.) [online]. 2017, vol.22, n.1.