

BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO PAVIMENTO PERMEÁVEL DE CONCRETO COM FIBRAS DE POLIPROPILENO

Palavras-Chave: PAVIMENTOS PERMEÁVEIS; MATERIAIS E COMPONENTES DA CONSTRUÇÃO; PEÇA DE CONCRETO PERMEÁVEL COM FIBRAS

Autores:

Ana Luiza Barros Delázari, Faculdade de Tecnologia – UNICAMP

Prof. Dr. Felipe Benavente Canteras (coorientador) Faculdade de Tecnologia – UNICAMP

Profa. Dra. Rosa Cristina Cecche Lintz (orientadora), Faculdade de Tecnologia – UNICAMP

INTRODUÇÃO:

O pavimento permeável se caracteriza por permitir a infiltração das águas das chuvas, devido a inexistência de agregado miúdo na composição do concreto (Hein, 2016), e possui, como função principal, auxiliar no sistema de drenagem urbana. Por sua vez, o concreto reforçado com fibras (CRF) é um material alternativo em relação ao concreto convencional, com o objetivo de reduzir o surgimento de fissuras e aumentar a tenacidade do material. Nesse sentido, pode-se construir um pavimento permeável adicionando fibras do tipo natural, como a fibra de coco, ou sintéticas, como a fibra de polipropileno, classificadas em micro e macrofibras, cuja função estrutural é de reduzir a fissuração e auxiliar na resistência à flexão (Silva, 2019).

Este projeto versa sobre os aspectos técnicos e construtivos do pavimento permeável utilizando fibras de polipropileno, além dos benefícios ambientais trazidos pela sua aplicação em um centro urbano, área da cidade de Limeira vulnerável a enchentes. Os resultados obtidos têm sido avaliados com base no atendimento à norma brasileira de pavimentos permeáveis de concreto: ABNT NBR 16416:2015, a qual estabelece diretrizes de resistência à compressão mínima aos 28 dias da peça de concreto permeável deve ser 20 MPa para pavimentos sujeitos a solicitação de tráfego leve e coeficiente de permeabilidade mínimo de 10^{-3} m/s.

METODOLOGIA:

Primeiramente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, utilizando-se bases de dados de artigos científicos do Portal Capes, manuais técnicos e revistas científicas qualificadas. Em seguida, foi iniciada a parte experimental do projeto, no Laboratório de Materiais de Construção da Faculdade de

Tecnologia da UNICAMP, a partir da coleta dos materiais (cimento CPV, brita e fibras de polipropileno do tipo macrofibras) e caracterização física dos agregados.

Finalizadas as etapas 1 e 2, partiu-se para a determinação de um traço de referência de concreto permeável sem a presença de fibras e um traço contendo fibras de polipropileno. Aos 28 dias de cura, foram realizados os ensaios experimentais, como: resistência à compressão e absorção de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Para a escolha do traço de referência, foi utilizado o traço em massa conforme quantidades dispostas na Tabela 1. O traço é composto de duas faixas granulométricas, brita que fica retida nas peneiras 6,3 mm e 9,5 mm, as quais foram selecionadas através de peneiramento, para a produção do concreto e moldagem dos corpos de prova. O teor de fibra de polipropileno usado foi 2,5% do volume do concreto.

Traço em massa (kg)	
1,00	Cimento
1,75	Brita 6,3
1,75	Brita 9,5
0,42	Água
0,10	Sílica
0,03	Aditivo

Tabela 1 – Traço de referência escolhido e porcentagem de fibra em massa

O ensaio de resistência à compressão, realizado no Laboratório de Materiais de Construção da Faculdade de Tecnologia da UNICAMP, conforme a metodologia da ABNT NBR 16416:2015, possui os resultados obtidos para 7 corpos de prova compostos pelo traço de referência no decorrer do tempo no gráfico da Figura 1, obtendo-se uma resistência característica estimada à compressão de 30,42 MPa.

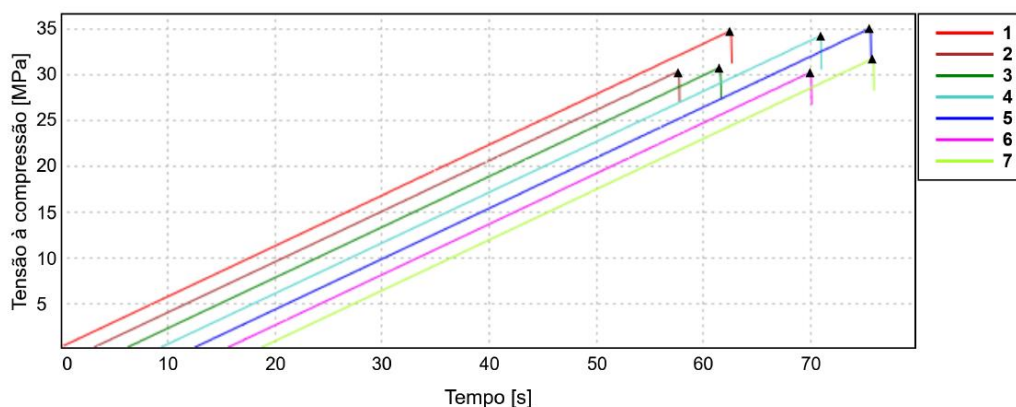


Figura 1 - Resistência à compressão (traço referência) - fonte: Autor

Por sua vez, a Figura 2 representa os resultados obtidos para 7 corpos de prova compostos pelo traço com fibras de polipropileno no decorrer do tempo, com a resistência característica estimada à compressão de 12,10 MPa.

A Tabela 2 apresenta os dados obtidos graficamente, além da resistência à compressão média e a resistência característica estimada à compressão. Foi considerado o nível de confiança de 80%, e o Coeficiente de Student de 0,906 (valor adotado pela ABNT NBR 16416:2015 para 7 corpos de prova).

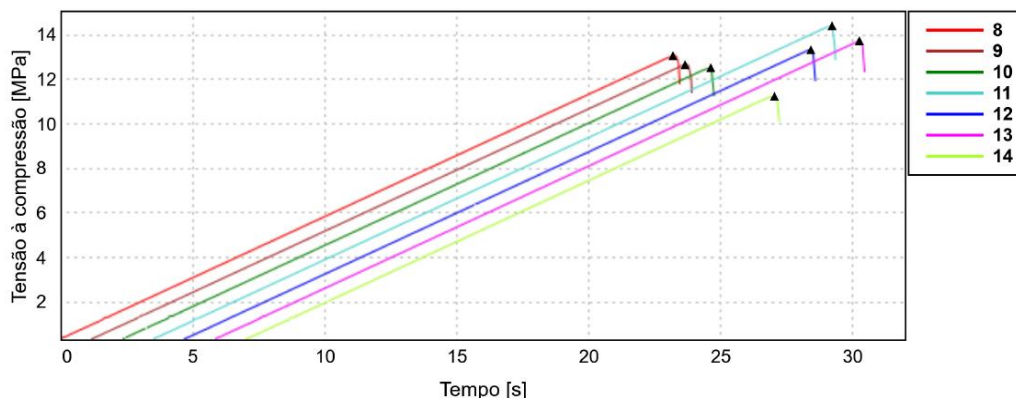


Figura 2 - Resistência à compressão (traço com fibras) – fonte: Autor

CP	Resistência à compressão fpi (MPa)	Resistência à compressão média fp (MPa)	Resistência Característica fpk, est (MPa)
Traço Ref-01	34,70	32,37	30,42
Traço Ref-02	30,28		
Traço Ref-03	30,68		
Traço Ref-04	34,13		
Traço Ref-05	34,94		
Traço Ref-06	30,18		
Traço Ref-07	31,66		
Traço Fibra-08	13,08	13,00	12,10
Traço Fibra-09	12,69		
Traço Fibra-10	12,52		
Traço Fibra-11	14,40		
Traço Fibra-12	13,34		
Traço Fibra-13	13,75		
Traço Fibra-14	11,25		

Tabela 2 – Resultados do ensaio de resistência característica estimada à compressão.

O ensaio de absorção, realizado no Laboratório de Materiais de Construção da Faculdade de Tecnologia da UNICAMP, conforme a metodologia da ABNT NBR 16917:2021, utilizou 5 corpos de prova do traço de referência obtendo-se o valor médio de absorção de 7,3%, com um desvio padrão de 0,14%, cujos resultados individuais foram tabulados e dispostos na Tabela 3.

Sem fibra	Submerso (g)	Saturado Superfície Seca - m2 (g)	Superfície Seca - m1 (g)	Absorção (%)
Amostra 1	1940,16	3241,80	3021,69	7,28
Amostra 2	1837,97	3057,36	2852,22	7,19
Amostra 3	2023,95	3371,96	3143,24	7,28
Amostra 4	1931,34	3204,71	2984,12	7,39
Amostra 5	1772,50	2935,06	2728,82	7,56

Tabela 3 – Resultados do ensaio de absorção (traço referência)

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para 5 corpos de prova compostos pelo traço com fibras, obtendo-se o valor médio de absorção de 8,3%. Houve o aumento de 1% na capacidade de absorção do material, e o traço com fibras variou mais em relação ao traço de referência, pois o seu desvio padrão é de 0,64%.

Com fibra	Submerso (g)	Saturado Superfície Seca - m2 (g)	Superfície Seca - m1 (g)	Absorção (%)
Amostra 1	1619,90	2656,20	2473,90	7,37
Amostra 2	1595,03	2674,07	2452,85	9,02
Amostra 3	1653,42	2742,81	2534,25	8,23
Amostra 4	1618,35	2674,35	2472,75	8,15
Amostra 5	1640,28	2767,51	2544,57	8,76

Tabela 4 – Resultados do ensaio de absorção (traço com fibras)

Portanto, para os estudos de aplicação de pavimento permeável e benefícios ambientais, será levada em consideração a aplicação do traço de pavimento permeável de referência, uma vez que o traço com fibras de polipropileno não atingiu a resistência mínima necessária para ser utilizado em vias de tráfego leve. Através do mapa de classificação viária (Figura 3), disponibilizado pela Prefeitura de Limeira, será possível calcular a área de aplicação para o pavimento e calcular a vazão do dispositivo de pavimento permeável. Ao final, será realizada a comparação entre a vazão da chuva calculada para um período de retorno de 10 anos e a vazão admissível do dispositivo.

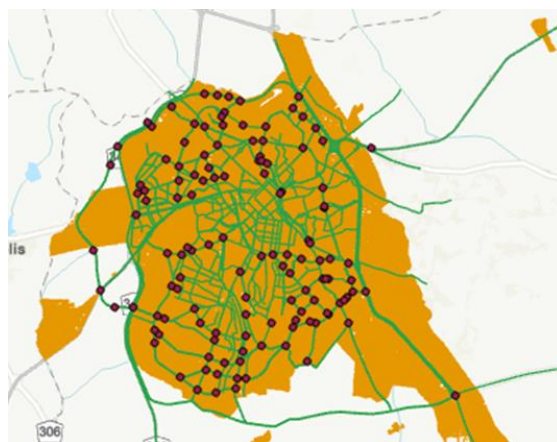


Figura 3 – Mapa de classificação viária da cidade de Limeira/SP – fonte: Prefeitura de Limeira

CONCLUSÕES:

Pode-se concluir, a partir dos resultados desta pesquisa, que a presença da fibra de polipropileno no traço de concreto diminuiu a resistência à compressão, porém aumentou a absorção do pavimento. Dessa forma, os resultados obtidos para a resistência à compressão do traço de referência, são suficientes para poderem ser utilizados em vias de tráfego de pedestres e leve, cuja resistência característica estimada à compressão é de 30,42 MPa, maior do que o valor mínimo de 20 MPa, prescrito pela ABNT NBR 16416:2015.

Por outro lado, os resultados de resistência à compressão obtidos a partir do traço com fibra de polipropileno não foram suficientes para serem utilizados em vias de tráfego de pedestres e leve, por ter obtido uma resistência média de 12,10 MPa. Em relação à absorção, o traço de referência possui uma taxa de absorção média de 7,3%, e o traço com adição de fibras de polipropileno possui uma taxa de absorção média de 8,3%.

BIBLIOGRAFIA:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16416 – Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16917 – Agregado graúdo - Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

HEIN, David *et al.* **Permeable Concrete Pavements: [techbrief]**. United States. Federal Highway Administration, 2016.

SILVA, Viviane Alves *et al.* **Análise do comportamento de estruturas de concreto com fibra de polipropileno sob flexão**. Revista Eletrônica TECCEN, v. 12, n. 2, p. 23-29, 2019.