

# ESTUDO DE CONCRETO POROSO COM DIFERENTES QUANTIDADES DE SÍLICA

Thayná A. Martins<sup>1</sup>, Maria C. F. de Albuquerque<sup>2\*</sup>

1 – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Ilha Solteira, CEP 15385-000, SP.

2 - Departamento de Engenharia Civil (DEC), Universidade Estadual Paulista (UNESP). Ilha Solteira, CEP 15385-000, SP. [maria.albuquerque@unesp.br](mailto:maria.albuquerque@unesp.br)

## RESUMO

*Com o desenvolvimento do ser humano, sua necessidade pela convivência em sociedade cresce à um ritmo cada vez mais acelerado, sendo este acompanhado pela urbanização e, por consequência, construções que causam a redução de áreas permeáveis dos centros urbanos. Tal impermeabilização passa a trazer consequências para a sociedade, além de elevar a temperatura local, impedir a infiltração de água no solo, que por sua vez afeta o ciclo hídrico natural e dificulta a recarga de lençóis freáticos, além de gerar uma alta demanda para o sistema de tratamento de água; facilita o carreamento de poluentes para os cursos d'água e aumenta as chances de se ocorrerem enchentes e demais desastres associados. Pode-se observar então a necessidade de se buscar técnicas que colaboram com a diminuição das áreas impermeáveis, como é o caso do concreto permeável que foi estudado para utilização em pavimentos. Apesar de apresentar alta permeabilidade, pavimentos permeáveis não costumam ter alta resistência, o que limita seu uso, sendo, portanto, essencial a pesquisa e estudo aprofundado para se desenvolver um pavimento ainda permeável, mas resistente o suficiente para o uso cotidiano. Neste contexto, foram estudadas a resistência e as taxas de infiltração para o concreto permeável em três traços (1:3,5, 1:5,0 e 1:6,5) com adição de sílica ativa em porcentagem com relação ao cimento de 15 e 20%, com a finalidade de se avaliar sua eficiência em comparação aos mesmos traços com adições menores de sílica (0, 5 e 10%), além de identificar qual faixa de adição da sílica ativa seria a mais interessante para tal finalidade. Foram realizados os ensaios de compressão simples, compressão axial, taxa de infiltração e porosidade dos corpos de prova. Ao se analisar os resultados obtidos e contrapondo-os com o obtido na pesquisa de Sherington<sup>(2)</sup>, a qual foi usada como referência para as adições de menores porcentagens de sílica, foi observado que a resistência do concreto passa a cair com a adição de sílica ativa acima de 15%, quando comparado com os resultados obtidos anteriormente (Sherington, 2021)<sup>(2)</sup> para a adição de 10%. Portanto, foi identificado que a faixa ótima de adição de sílica ativa em concreto permeável se encontra entre os valores de 10 e 15% em relação ao consumo de cimento, podendo ainda ser sugerida a elaboração de um novo estudo para as adições dentro deste intervalo a fim de se definir com maior precisão o valor ótimo de adição de sílica ativa no concreto permeável.*

**Palavras-chave:** concreto, sílica, pavimento, permeável, poroso.

## INTRODUÇÃO

Com a evolução da humanidade, surgiu a necessidade e a tendência do ser humano viver em comunidade e com isso iniciar os processos de urbanização. A partir de então, a sociedade e as construções passaram a se desenvolver surgindo a necessidade de centros urbanos pavimentados, que consequentemente geram a impermeabilização de superfícies.

Essa impermeabilização pode gerar problemas principalmente quanto as precipitações, que não infiltram no solo, podendo causar situações de enchentes, carreamento de poluentes que ficam impregnados nas superfícies dos pavimentos para os cursos d'água, mudanças no ciclo hidrológico, dentre outros problemas ambientais (ESTEVEES, 2006)<sup>(7)</sup>.

Além de trazer benefícios ambientais, o concreto permeável proporciona maior conforto e segurança. Em estacionamentos, que tem como característica também o tráfego de pedestres, sua utilização pode gerar maior conforto ao usuário devido à eliminação de poças e lâmina d'água em dias chuvosos. Além disso, a segurança do pavimento é aumentada quando se tem a ocorrência de gelo ou neve na pista, uma vez que há melhor aderência do veículo com o pavimento, que apresenta maior rugosidade (TENNIS; LEMING; AKERS, 2004)<sup>(14)</sup>.

Portanto, é essencial buscar-se técnicas construtivas que colaborem com a diminuição das áreas impermeáveis. A utilização de pavimentos permeáveis tem papel fundamental nessa questão, podendo reduzir consideravelmente os problemas relacionados à impermeabilização de superfícies.

Apesar dos benefícios ambientais, normalmente o concreto permeável não atinge uma resistência mecânica para aplicação em tráfego de veículos, com espessuras similares ao concreto tradicional. Como sua resistência depende, principalmente, da sua porosidade, seu desempenho estrutural é mais variável do que em concretos tradicionais (CROUCH *et al.*, 2003)<sup>(5)</sup>. Tal fato está relacionado com a dificuldade de implementação do concreto permeável, particularmente, de tráfego leve a médio de veículos.

A nível nacional há escassez de pesquisas em relação ao estabelecimento dos materiais constituintes e parâmetros de dosagem e compactação, estudo do desempenho mecânico sob cargas estáticas e dinâmicas, aliado ao bom desempenho hidráulico. Tais variáveis não se encontram totalmente compreendidas (até mesmo internacionalmente), visto que o concreto permeável possui comportamento muito divergente do concreto convencional. Portanto, a dosagem, adensamento e alguns processos normativos para ensaios fornecidos para concreto convencional, não são possíveis de serem aplicados para o concreto permeável, tanto pelas normas nacionais como internacionais.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram utilizados os materiais a seguir para a elaboração do concreto poroso, tendo sido realizados os ensaios conforme determinação das normas NBR NM 53<sup>(9)</sup> e 248<sup>(10)</sup>, acerca da granulometria, massa específica e absorção dos agregados.

- a. Cimento Portland CII Z 32 - Ciplan.
- b. Brita 0 de origem do Laboratório de Engenharia Civil - Unesp Ilha Solteira.
- c. Aditivo superplastificante Tec Flow 7000 - GCP Applied Technologies

Foram moldados, ao todo, 36 corpos de prova cilíndricos com dimensões 100 x 200 mm (diâmetro x altura) divididos em 6 exemplares para cada traço elaborado. Para cada traço, serão realizados os ensaios de compressão, compressão diametral e permeabilidade conforme descrito nas normas NBR 5739<sup>11</sup>, 7222<sup>(12)</sup> e C1701/C1701M<sup>(6)</sup> após um período de cura de 28 dias. Também será verificada a massa específica para cada traço.

## NBR NM 248: Composição granulométrica

Segundo a NBR NM 248<sup>(10)</sup>, as amostras separadas de agregado foram submetidas a passar por um conjunto de peneiras através de agitação mecânica obtendo valores de diâmetro máximo de 9,50 mm para agregado graúdo.

## NBR NM 53: Massa específica e absorção dos agregados

Para agregado graúdo, realizando os ensaios conforme a NBR NM 53<sup>(9)</sup>, obteve-se massa específica aparente igual a  $2,82 \pm 0,04$  g/cm<sup>3</sup>.

A seguir se apresenta os traços utilizados, sendo: c e b o traço de cimento e brita, s a sílica ativa, a/c a relação água/cimento, sp o super plastificante e abs a água de absorção em relação à brita.

Tabela 1: Traços para confecção dos corpos de prova de concreto poroso.

Traço	c	b	s	a/c	sp	abs	
15%	1:3,5	1	3,5	15%	0,28	0,5%	0,0255
	1:5,0	1	5,5	15%	0,28	0,5%	0,0255
	1:6,5	1	6,5	15%	0,28	0,5%	0,0255
20%	1:3,5	1	3,5	20%	0,28	0,5%	0,0255
	1:5,0	1	5,0	20%	0,28	0,5%	0,0255
	1:6,5	1	6,5	20%	0,28	0,5%	0,0255

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizada a confecção e cura de 28 dias dos corpos de prova, foram feitos os ensaios e obtidos os dados a seguir nas Figuras 1 a 3 e comparados com os valores obtidos anteriormente por Sherington<sup>(2)</sup>, organizados de acordo com os traços. Foi ainda apresentada a comparação com a resistência mínima para aplicação do concreto poroso em áreas de circulação de pedestres e veículos, sendo esta apresentada conforme as exigências da NBR 16416<sup>(13)</sup>.

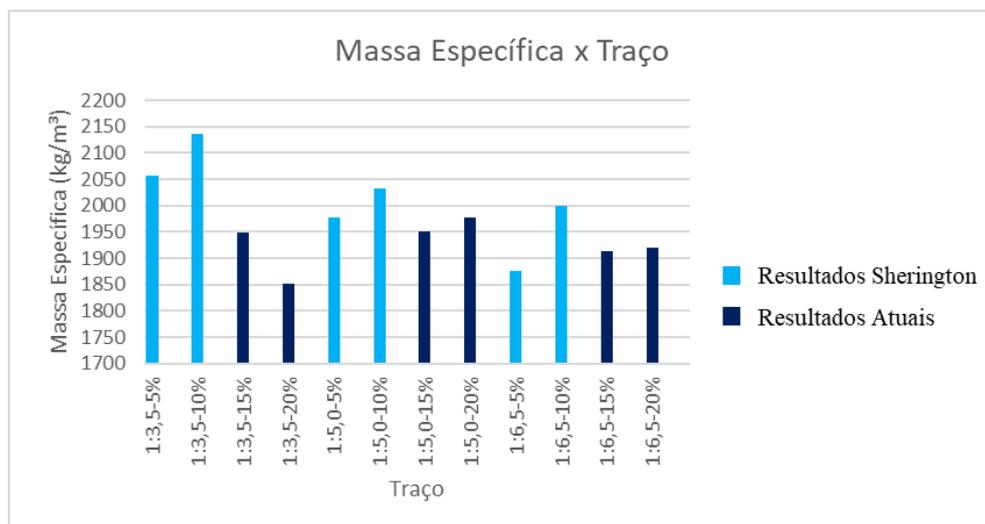


Figura 1: Massa específica média para cada traço.

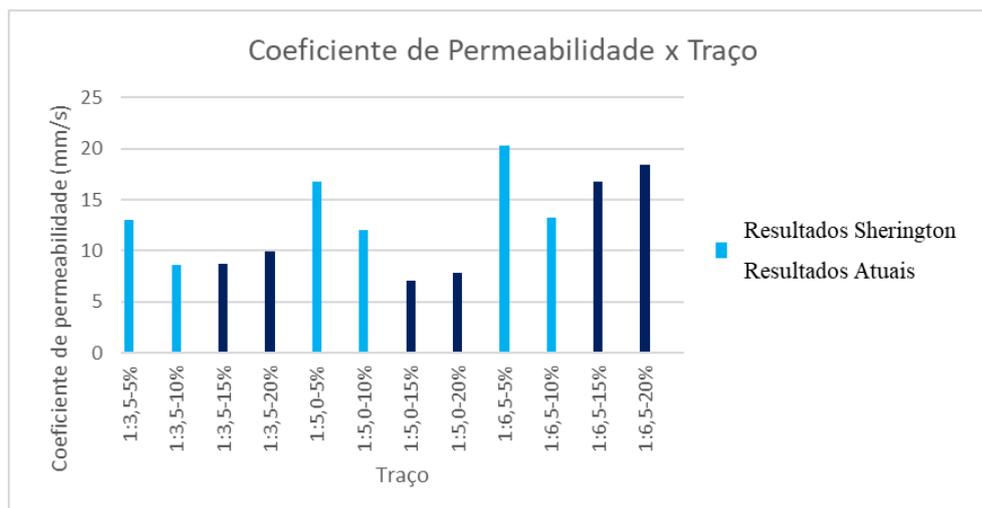


Figura 2: Coeficiente de permeabilidade médio para cada traço.

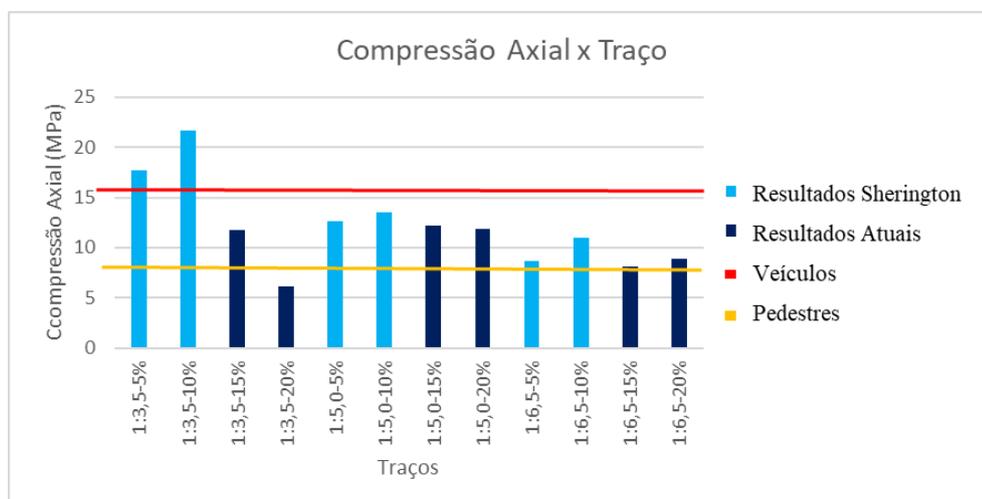


Figura 3: Resistência à compressão axial média para cada traço.

Comparando-se com os resultados anteriormente obtidos por Sherington<sup>(2)</sup>, se observa que a resistência é maior na faixa de adição de sílica ativa entre 10 e 15% para todos os traços, ressalta-se que todos os traços estudados, com exceção do traço 1:3,5-20%, se apresentaram com resistência suficiente para aplicação em áreas de circulação de pedestres, porém apenas o traço rico com 5 e 10% de sílica foram suficientemente resistentes para aplicação em áreas de circulação de veículos. A massa específica se apresentou maior para as adições de 10% de sílica. Já a permeabilidade tende a ser maior quanto mais pobre o traço e menor a adição de sílica.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a faixa ideal de adição de sílica se encontra entre 10 e 15%, sendo, portanto, interessante a realização de futuros estudos mais minuciosos para melhor determinação da porcentagem de adição de sílica ativa de forma a se obter maiores resistências que possibilitem um maior leque de aplicações do pavimento em concreto poroso.

Ainda se ressalta de maneira geral a falta de resistência para a aplicação deste tipo de concreto em pavimentos com circulação de veículos, porém este apresenta desempenho satisfatório para a utilização em áreas de circulação de pedestres.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimento a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria da Consolação e auxílio dos demais orientados e membros do grupo de pesquisa em Materiais Alternativos de Construção e dos técnicos do laboratório da FEIS-UNESP.

## **REFERÊNCIAS**

1. BALBO, J. T. Pavimentos de Concreto Permeáveis: uma visão ambiental da tecnologia sustentável emergente. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.
2. BIGOTTO, S. A. M. Estudo de traços de concreto permeável com adição de areia e sílica. 2021. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, São Paulo.
3. CHANDRAPP, A. K.; BILIGIRI, K. P. Pervious concrete as a sustainable pavement material – Research findings and future prospects: A state-of-the-art review. *Construction and Building Materials*, v.111, 2016.
4. COSTA, F. B. P. Análise e desenvolvimento de misturas de concreto permeável para aplicação em pavimentação. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. 2019.
5. CROUCH, L. K.; CATES, M. A.; DOTSON, V. J.; HONEYCUTT, K. R.; BADOE, D. Measuring the effective air void content of Portland cement pervious pavements. *Cement and Concrete Aggregates*, v.25, n.1, 2003.
6. C1701/C1701M - 17a: Standard test method for infiltration rate of in place pervious concrete. West Conshohocken, PA: ASTM, 2017.
7. ESTEVES, R. L.. Quantificação das superfícies impermeáveis em áreas urbanas por meio de sensoriamento remoto. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
8. HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. Manual de Dosagem e controle de concreto. Brasília, DF: PINI, SENAI, 1992.
9. NBR NM 53 - Agregado graúdo: Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. 2<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro, SP: ABNT, 2009.
10. NBR NM 248 - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2003.
11. NBR 5739 - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. 3<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2018.
12. NBR 7222 - Concreto e argamassa: Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2011.
13. NBR 16416 – Pavimentos permeáveis de concreto: Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, RJ: ABNT 2015.
14. TENNIS, P. D.; LEMING, M. L.; AKERS, D. J. Pervious Concrete Pavements. Maryland: Silver Spring: [s.n.], 2004.

# STUDY OF POROUS CONCRETE WITH DIFERENT QUANTITIES OF SILICA

## ABSTRACT

*With the development of humanity, the need for coexistence in society grows at an increasingly accelerated pace, accompanied by urbanization and, consequently, constructions that cause the reduction of permeable area of urban centers. Such waterproofing starts to have consequences for society, in addition to raising the local temperature, preventing the infiltration of water into the soil, which in turn affects the natural water cycle and makes it difficult to recharge groundwater, in addition to generating a high demand for the water treatment system; facilitates the transport of pollutants into water courses and increases the chances of flooding and other associated disasters. It can be seen then the need to seek techniques that collaborate with the reduction of impermeable areas, as is the case of permeable concrete that was studied for use in pavements. Despite having high permeability, permeable pavements do not usually have high resistance, which limits their use.*

*In this context, were studied the strength and infiltration rates for permeable concrete in three mixes (1:3.5, 1:5.0 and 1:6.5) with the addition of silica fume in percentage with respect to cement 15 and 20%, in order to evaluate its efficiency compared to the same traces with lower silica additions (0, 5 and 10%), in addition to identifying which range of silica fume addition would be the most interesting for this purpose. Tests of simple compression, axial compression, infiltration rate and porosity of the specimens were performed.*

*When analyzing the results obtained and comparing them with those obtained in the research by Sherington<sup>2</sup>, which was used as a reference for the additions of lower percentages of silica, it was observed that the strength of the concrete starts to drop with the addition of silica fume above of 15%, when compared to the results obtained previously (Sherington, 2021)<sup>2</sup> for the addition of 10%. Therefore, it was identified that the optimal range of silica fume addition in permeable concrete is between the values of 10 and 15% in relation to cement consumption, and a new study may also be suggested for the additions within this range in order to define with greater precision the optimal value of silica fume addition in permeable concrete.*

**Keywords:** *concrete, silica, pavement, permeable, porous.*