

CONCRETO PERMEÁVEL COMO AGENTE MITIGADOR DE ENCHENTES EM GRANDES METRÓPOLES

Giovana Oliveira de Souza

giovana.souza16@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Antônio Carlos da Fonseca Bragança Pinheiro

antonio.pinheiro6@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de São Paulo

1. INTRODUÇÃO

As enchentes na região metropolitana de São Paulo estão cada vez mais frequentes e uma das causas para esses alagamentos é a impermeabilização do solo. Os fatores que promovem a impermeabilização do solo é a grande quantidade de ruas asfaltadas, calçadas impermeáveis e construções. Por conta da água não penetrar no terreno, ela é direcionada para galerias pluviais que muitas vezes não tem capacidade para suportar o volume de água que recebe. As consequências das inundações estão nas áreas social, econômica, de locomoção, sanitária e ambiental.

Como alternativa ao acúmulo superficial de águas pluviais há a pavimentação com o concreto permeável, reduzindo a necessidade da construção de sistemas de drenagem. Esse estudo visa a aplicação do concreto permeável como pavimentação em centros urbanos, principalmente em áreas próximas à mananciais e de tráfego leve.

O uso desse material em pavimentos contribui com os objetivos de algumas das ODS's, como a ODS 11 sobre cidades e comunidades sustentáveis, uma vez que evita a sobrecarga de sistemas de drenagem urbana e reduz as enchentes.

2. METODOLOGIA

As propriedades de resistência à compressão e permeabilidade do concreto permeável foram comparadas por meio de uma revisão bibliográfica.

Nos ensaios, a relação água/ cimento ficou entre 0,3 e 0,33 e os valores do traço e das dimensões dos agregados estão na tabela I. A areia não costuma ser utilizada, e quando ocorre é em baixa quantidade. Os agregados graúdos possuem tamanho uniforme a fim de criar vazios entre eles, que permitem a passagem da água.

Para a moldagem e a cura dos corpos de prova foi utilizada a NBR 5738 [2]. Essa norma define a quantidade de golpes e camadas para o adensamento em cada tipo de corpo de prova, além da cura (como em câmara úmida ou com o corpo de prova imerso em água saturada com cal) e tempo de desmolde com 24h para corpos cilíndricos e 48h para corpos de prova prismáticos. Caso a compactação seja feita com vibração deve ser em um pequeno intervalo de tempo, caso contrário o material pode segregar e ter sua quantidade de vazios reduzida.

Em relação ao aspecto visual, os agregados tendem a ficarem visíveis, devido à pouca quantidade de argamassa em volta.

Para o ensaio de permeabilidade é moldada uma placa de 6 cm de espessura, e a superfície costuma ser maior que 0,5 m² a fim de posicionar um anel de infiltração, conforme a norma NBR 16416 [1]. O teste consiste em medir a taxa de infiltração de água no concreto permeável em mm/h e posteriormente transformá-la em m/s. Antes de iniciar o ensaio o corpo de prova é limpo e deve ser feita uma pré-molhagem, sendo que a quantidade de água utilizada depende do tempo em que a pré-molhagem será feita. O anel de infiltração posicionado na placa deve ser vedado a fim de evitar que a água saia

pelas laterais, essa impermeabilização pode ser feita com massa de calefação, por exemplo.

O ensaio pode ser adaptado com um corpo de prova prismático a fim de facilitar o transporte dele e reduzir a quantidade de material utilizado [7]. O ensaio pode ser adaptado com um corpo de prova prismático a fim de facilitar o transporte dele e reduzir a quantidade de material utilizado. No estudo de Batezini foi moldada uma placa de concreto permeável. No ensaio de Vale foram utilizadas 7 placas de concreto permeável com dimensão de 0,75 x 0,75 m.

O ensaio para medir a resistência à compressão ocorre conforme a norma técnica NBR 5739 [3]. Nesse teste, os corpos de prova cilíndricos são submetidos a uma carga constante, entre 0,3 e 0,6 MPa/s, aplicada pela máquina de ensaio de compressão até que o ponteiro de indicação de carga recue 10% do valor da carga máxima atingida. No estudo de Batezini [4] foi moldados 3 corpos de prova para cada uma das misturas, já na pesquisa de Santos [5] foram produzidos 4 corpos de prova para cada mistura e na de

Vale [6] 20 corpos de prova foram feitos. O cálculo da resistência à compressão [kgf/cm² ou Mpa] é feito pela divisão da carga de ruptura [kgf] pela área transversal do corpo de prova [cm²].

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

A norma NBR 16416 [1] determina que o pavimento permeável deve ter um coeficiente de permeabilidade superior a 0,1 cm/s (ou 10-3 m/s). Nas pesquisas analisadas, conforme apresentado na tabela I, os resultados ultrapassaram esse limite, demonstrando que, em relação à permeabilidade, os concretos produzidos cumpriram seu objetivo. Para Santos [5] o coeficiente de permeabilidade aumentou com o uso de agregados de RDC – resíduos de demolição e construção, em comparação com o concreto preparado com agregado natural. Na sua pesquisa o cimento utilizado foi o CPV ARI de alta resistência inicial e a relação água/cimento foi 0,33[5].

Nos ensaios de resistência à compressão os valores tiveram pouca variação, nenhum

deles ultrapassou a resistência de 10 Mpa aos 28 dias. Os resultados encontrados, aos 28 dias, estão apresentados na tabela I. Na pesquisa feita por Batezini [4] o cimento utilizado foi o CP III 40 RS, já que esse cimento tem resistência ao sulfato, que pode penetrar o material devido ao seu alto índice de vazios e como resultado teve a pequena variação na resistência à compressão e a relação a/c foi 0,3. No estudo de Santos [5] a resistência foi menor na mistura com agregado RDC, uma vez que esse agregado é mais poroso e tem os poros mais interligados. Além disso, a resistência nesse estudo foi menor aos 28 dias do que aos 7 dias, o que pode ser explicado pelo aumento da porosidade do material com a hidratação do concreto e evaporação da água. Os valores de resistência aos 7 dias foram de 10,31; 8,32 e 9,81 para as misturas I, II e III, respectivamente. Já no estudo de Vale [6] obteve-se a menor resistência, sua diferença das outras pesquisas é o tipo de agregado utilizado que foi o granito.

Tabela I – Comparação de Ensaios

Autor	Traço (cim.: ag. graúdo)	Agregado graúdo	C. perm. (10-3 m/s)	Res. à comp.- 28 dias
[4]	1:4,44	Brita 0 (6,3 a 9,5 mm)	1,4	8,45 MPa
	1:4,44	Brita 0 (4,8 a 9,5 mm)	1,3	8,68 MPa
	1:4,44	Brita 0 (30% de 4,8 a 6,3 mm, 40% de 6,3 a 9,5 mm e 30% de 9,5 a 12,5 mm)	1,4	7,51 MPa
[5]	1:3,56	Natural – 12,5 mm	3,02	8,23 MPa
	1:1,79	RDC – 12,5 mm	16,3	5,80 MPa
	1:2,64	50% natural e 50% de RDC – 12,5 mm	9,26	8,12 MPa
[6]	1:4	Granito - 9,5 mm	1,0 a 1,8	3,5 MPa

CONCLUSÕES

A permeabilidade do material pode estar mais relacionada ao tipo de agregado do que com a sua dimensão, além da permeabilidade não necessariamente ser oposta à resistência à compressão. Por conta do concreto não apresentar elevados valores de resistência à compressão, sua utilização deve ocorrer em áreas de tráfego leve, como na pavimentação de jardins, praças e calçadas.

REFERÊNCIAS

- [1.] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16416:2015 – Pavimentos permeáveis de concreto – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- [2.] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.
- [3.] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739:2018 – Concreto – Ensaio de compressão em corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- [4.] Batezini, Rafael. Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimento para áreas de veículos leves. Dissertação de mestrado de Engenharia de Transpores – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.
- [5.] Santos, Sérgio. Utilização de concreto permeável produzido com agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição para aplicação em calçadas e áreas de tráfego leve. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2021.
- [6.] Vale, Rafael Stapano; Oliveira, Jorge Herculano de; Armesto, Leonardo Moraes; Serafini, Ramoel. Concreto permeável de cimento Portland: permeabilidade e resistência à compressão. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 289–306, 2022.
- [7.] Silva, Arthur; Ribeiro, Jayme; Cordeiro, Luciana; Damasceno, Leonardo. Adequação de ensaio de permeabilidade de concreto permeável para corpos de prova prismático. Congresso Brasileiro de Patologia das Construções, 2022.