

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

ESTUDO DE TRAÇO PARA CONCRETOS PERMEÁVEIS: ANÁLISE DA INTERFERÊNCIA DA COMPOSIÇÃO E COMPACTAÇÃO NA RESISTÊNCIA MECÂNICA E PERMEABILIDADE¹

TRACE STUDY FOR PERMEABLE CONCRETES: ANALYSIS OF COMPOSITION AND COMPACTION INTERFERENCE ON MECHANICAL STRENGTH AND PERMEABILITY

Débora Maria Schein², Rafaela Wagner³, Nelson Seidler⁴, Fabio Perreira Rossato⁵

¹ Projeto de pesquisa realizado na URI campus Santo Ângelo

² Bolsista de iniciação científica

³ Bolsista de iniciação científica

⁴ Professor orientador

⁵ Professor orientador

Resumo

O intenso processo de urbanização vigente acarreta em uma gradual impermeabilização do solo, dificultando a infiltração da água no solo. Sendo assim, a pesquisa teve por objetivo desenvolver um traço de concreto permeável, empregado como uma possível solução para tais inconvenientes. Para tanto foram desenvolvidas diferentes misturas com uma relação a/c 0,31 e traço 1:4,5 fixos, com a utilização de CP V-ARI RS, analisando a interferência da dimensão dos agregados graúdos e da compactação na resistência mecânica e permeabilidade do material. Desta forma, realizaram-se ensaios laboratoriais através da moldagem de 8 corpos de prova cilíndricos de 10 x 20 cm e 4 corpos de prova prismáticos 15 x 15 x 50 cm para cada mistura, dos quais metade foram compactados com haste metálica e a outra metade com mesa vibratória. Observou-se que os melhores desempenhos foram atingidos pela mistura Brita0:Brita1 (70:30), em mesa vibratória, chegando a bons resultados de resistência mecânica e coeficiente de permeabilidade.

Palavras Chaves - Concreto Permeável, Drenagem Pluvial, Resistência e Permeabilidade.

1 Introdução

A ausência de áreas permeáveis contribui de forma significativa para o aumento dos picos de descarga pluvial nos corpos hídricos, que, inevitavelmente, transbordam e causam danos. Enquanto, em uma área com cobertura vegetal 95% da água da chuva infiltra no solo, nas áreas urbanas este percentual cai para 5%.

Tendo em vista que tais ocorrências são consequências diretas da falta de planejamento do uso e ocupação dos solos, torna-se necessário investir em opções que possam mitigar os impactos da urbanização, como por exemplo, o emprego do pavimento de concreto permeável. A utilização deste tipo de concreto em pavimentos reduz o escoamento de águas pluviais, minimizando ou dispensando obras de micro drenagem local.

O concreto permeável, objeto de estudo deste trabalho, por possuir altos níveis de permeabilidade, pode capturar o fluxo inicial de chuva e permitir que este percorra para o solo,

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

onde é filtrado e “tratado”, diminuindo assim, os impactos causados pelas chuvas intensas.

2 Concreto Permeável

O concreto permeável, ou poroso, é um tipo especial de concreto composto de cimento Portland, agregado graúdo de tamanho uniforme, com granulometria entre 9,5 e 19 mm e água, podendo ou não conter pequenas quantidades de agregado miúdo. Essa configuração gera elevados números de vazios entre os agregados, o que permite que a água infiltre em uma velocidade muito mais elevada que em concretos convencionais (ACI 522R-10).

De acordo com a Rilemtechlett (2016), as misturas de concreto permeável para uso em pavimentação podem desenvolver resistências à compressão no intervalo de 5 a 30 Mpa. Ainda, conforme a ACI 522R-10, o índice de vazios do concreto permeável varia entre 15 e 20 %, sendo que sempre deve ser estabelecido um equilíbrio entre resistência e quantidade de vazios, e Bean et al. (2007) determinaram valores de condutividade hidráulica para o concreto permeável variando entre 0,07cm/s e 0,77cm/s.

3 Materiais e Métodos

Foram estudadas 4 misturas tomando como ponto de partida o estudo de Batezini (2013), com a utilização de CP V-ARI RS, analisando a interferência da dimensão dos agregados graúdos e da compactação na resistência mecânica e permeabilidade do material.

Para a realização das análises laboratoriais foram moldados 4 corpos de prova cilíndricos de 10cm x 20cm e 2 corpos de prova prismáticos de 15cm x 15cm x 20cm, para cada mistura e método de compactação. A Tabela 1 apresenta as misturas estudadas.

Tabela 1 - Apresentação da composição das misturas estudadas e o respectivo método de compactação

MISTURA	CIMENTO	m	FATOR A/C	BRITA 0	BRITA1	COMPACTAÇÃO
1a	1	4,5	0,31	100%	0%	Mesa Vibratória
1b	1	4,5	0,31	100%	0%	Haste Metálica
2a	1	4,5	0,31	0%	100%	Mesa Vibratória
2b	1	4,5	0,31	0%	100%	Haste Metálica
3a	1	4,5	0,31	50%	50%	Mesa Vibratória
3b	1	4,5	0,31	50%	50%	Haste Metálica
4a	1	4,5	0,31	70%	30%	Mesa Vibratória
4b	1	4,5	0,31	70%	30%	Haste Metálica

A compactação dos corpos de prova cilíndricos foi realizada com a utilização da mesa vibratória por 10 segundos e com haste metálica conforme descrito na tabela 1, obedecendo a NBR 5738 para concretos convencionais, no caso dos corpos de prova cilíndricos. Já os corpos de prova prismáticos foram compactados em 3 camadas de cerca de 150 golpes, devido ao fato de ainda não haver normativas referentes a este procedimento para concreto permeável.

Passadas 24 horas da moldagem os corpos de prova foram desmoldados, identificados e levados à câmara úmida, com 95% de umidade e temperatura de 23±2 graus Celsius, onde permaneceram

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

até a idade de rompimento de 28 dias.

4 Resultados e Discussões

Do total de 32 corpos de prova cilíndricos, 2 de cada mistura foram utilizados para os ensaios de índice de vazios e condutividade hidráulica e para o ensaio de resistência à compressão foram utilizados todos eles. Os 16 corpos de prova prismáticos foram ensaiados somente à resistência à tração.

Tabela 2. Apresentação dos resultados

MISTURA	ÍNDICE DE VAZIOS (%)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE(K) (cm/s)	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO (MPa)
1a	26,05	0,36	13,24	4,09
1b	27,54	0,34	4,73	4,49
2a	30,72	0,45	11,92	2,72
2b	35,46	0,54	5,50	3,26
3a	30,62	0,47	9,16	3,90
3b	35,43	0,69	3,80	4,45
4a	14,36	0,18	16,96	4,90
4b	22,03	0,27	7,52	3,86

4.1 Condutividade hidráulica

Como ainda não existe uma norma que padronize o ensaio de condutividade hidráulica, o mesmo foi realizado conforme Neithalath et al (2003). Pode-se observar que a mistura que apresentou maior permeabilidade foi a 3b, composta por 50% Brita 0 e 50% Brita 1 e adensada com a utilização da haste metálica. Este resultado se justifica pelo fato de que esta proporção de agregados dificulta o empacotamento entre as partículas, favorecendo a percolação de água, devido à interligação entre seus poros.

Outro ponto que deve ser observado é que, na maioria das misturas, o adensamento utilizando a haste metálica proporcionou um maior coeficiente de permeabilidade ao concreto. Isto se deve ao fato de este ser um método de compactação de menor intensidade o que permite um maior número de vazios no material, em relação à mesa vibratória.

4.2 Determinação do índice de vazios

O índice de vazios é a relação entre os volumes de poros permeáveis e o volume total da mistura NBR 9778. Para se obter valores de resistência mecânica favoráveis é recomendado utilizar um índice de vazios em torno de 20% (BATEZINI, 2013).

Observando-se a Tab. 2, expõe-se que as misturas que obtiveram maiores índices de vazios foram a 2b e 3b, ambas compactadas com o auxílio de haste metálica. A mistura 2b, composta puramente de Brita 1, obteve este resultado pois suas partículas são de maior dimensão, fato que desfavorece o acondicionamento, gerando assim, um número mais elevado de vazios. E a mistura 3b, composta de 50% Brita 0 e 50% Brita 1, a qual também apresentou o maior valor de condutividade hidráulica, pois também apresenta grande quantidade de brita 1.

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

Verifica-se que, assim como nos resultados do ensaio de condutividade hidráulica, as misturas compactadas com a utilização da haste metálica apresentam um maior número de vazios no material. Percebe-se também que essas duas variáveis são diretamente proporcionais, pois um índice de vazios maior proporciona melhores resultados de condutividade hidráulica.

4.3 Resistência à Compressão

O ensaio de resistência à compressão foi realizado segundo as determinações da norma NBR 5739, aos 28 dias de idade do concreto. Pode-se perceber que, para todas as misturas, a compactação com a utilização da mesa vibratória por 10 segundos proporcionou uma resistência à compressão mais elevada, devido ao reduzido número de vazios que este tipo de adensamento condiciona ao concreto.

Ainda, observa-se que a mistura que apresentou melhor desempenho foi a 4a, formada de 70% Brita 0 e 30% Brita 1, seguida da 1a, composta por puramente Brita 0. Já a mistura 3b, formada de 50% Brita 0 e 50% Brita 1, que apresentou maior índice de vazios e permeabilidade foi a que apresentou o pior resultado quando analisada quanto a resistência à compressão. Pode-se então perceber que composições com agregados de menores dimensões obtiveram melhor desempenho em relação à resistência à compressão. A mistura 4a obteve um melhor empacotamento das partículas e, conseqüentemente, uma elevada resistência mecânica.

4.4 Resistência à Tração na flexão

O ensaio de resistência à tração na flexão foi realizado segundo a norma NBR 12142. A Fig.4 ilustra o referido ensaio e o momento de rompimento do corpo de prova na prensa.

O Manual de Pavimentos de Concreto, da ABCP, aconselha um valor característico de resistência a tração na flexão de 4,5 MPa, para um concreto com características globais e comportamento conveniente. O estudo desta propriedade é de suma importância, visto que os resultados dos ensaios de resistência à tração são utilizados para adequação, ou não, do concreto à utilização do mesmo em pavimentação para tráfego de veículos pesados.

Verifica-se que no geral as misturas (b) compactadas com haste metálica obtiveram melhores resultados, o que não se manteve para as composições 4a e 4b, 70% brita 0 e 30% brita 1, em que a mistura compactada em mesa vibratória obteve resultado superior.

Mediante a análise dos resultados pode-se observar que os traços com maior quantidade de Brita 0 (1a e 4a) obtiveram melhores desempenhos quando avaliados em relação a resistência à compressão e resistência à tração.

5 Conclusão

Conforme os resultados apresentados acima, pode-se concluir que a mistura que obteve melhor desempenho em relação às propriedades de resistência mecânica foi a composta de 70% Brita 0 e 30% Brita 1, adensada na mesa vibratória (4a). Tal mistura apresentou coeficiente de permeabilidade e índice de vazios reduzidos (valor mínimo dentre os resultados para tais propriedades), todavia dentro dos limites indicados por outros pesquisadores, como Bean et al. (2007). Observa-se também, que a resistência à tração dessa mistura se enquadra nos parâmetros de estabelecidos pela ABCP para utilização em pavimentos de concreto, visto que esta aconselha utilizar um valor mínimo de 4,5MPa para esta propriedade.

A dimensão do agregado é um fator decisivo para o desempenho do concreto permeável, sendo que, pode se estabelecer uma relação inversamente proporcional entre esta e a resistência

Evento: XXVII Seminário de Iniciação Científica

mecânica: na medida em que a dimensão do agregado aumenta, a resistência mecânica diminui. Além disso, misturas compostas por quantidades significativas de agregados de dimensões maiores apresentaram melhores valores para condutividade hidráulica e índice de vazios. Ao contrário do esperado, quando analisado o tipo de compactação, houve uma discrepância entre os resultados de resistência à compressão e à tração, para um mesmo tipo de compactação. Isso se deve ao fato de não haver normas que padronizem a moldagem e adensamento dos corpos de prova de concreto permeável.

Ainda em relação à compactação, é importante ressaltar que os corpos de prova moldados com haste metálica obtiveram melhores resultados de índice de vazios e permeabilidade, porém, seus valores de resistência mecânica foram comprometidos. Já os corpos de prova adensados em mesa vibratória, obtiveram resultados superiores de resistência mecânica e foram prejudicados nas suas propriedades hidráulicas. Isso comprova que existe uma relação inversamente proporcional entre a permeabilidade e a resistência mecânica do concreto permeável.

Referências

- ACI – American Concrete Institute: Report Concrete. ACI 522R-10, USA, 2010.
- Associação Brasileira DE Cimento Portland: ABCP – Manual de Dimensionamento dos Pavimentos de Concreto, São Paulo, 1998.
- Rilem T. L, Pervious Concrete: Mix Design, Properties and Applications. RILEM Technical Letters, December 2019.
- Batezini, R. Estudo Preliminar De Concretos Permeáveis como Revestimento de Pavimentos para Áreas de Veículos de Tráfego Leve. São Paulo, 2013, 133p. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Bean, E. Z.; Hunt, W. F.; Bidelspach, D. A. Field Survey of Pavement Surface Infiltration Rates. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 133, No. 3, June, 2007.
- Castro, L. F. A. Estudo de traço de concreto permeável de cimento Portland. Santa Cruz do Sul, 2015. Trabalho de conclusão de curso, Universidade de Santa Cruz do Sul.
- _____. NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.
- _____. NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. NBR 5739: Concreto - ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2010.
- _____. NBR 12142: Concreto — Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos. Rio de Janeiro, 2010.
- Neithalath, N. et al. Development of Quiet and Durable Porous Portland Cement Concrete Paving Materials. Final Report, The Institute for Safe, Quiet, and Durable Highways, 2003, 179p. pp. 41-44.