CONCRETO PERMEÁVEL COM INCORPORAÇÃO DE RESIDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Cominato, Vinicius (1); LINTZ, Rosa Cristina C. (2); GACHET, Luisa A. (3)

(1) Faculdade de Tecnologia, UNICAMP, viniciuscominato@gmail.com

(2) Faculdade de Tecnologia, UNICAMP, rosalint@unicamp.br

(3) Faculdade de Tecnologia, UNICAMP, gachet@unicamp.br

Resumo: *O concreto permeável é um material empregado na fabricação de pavimentos com a finalidade de absorver a água da chuva e facilitar seu escoamento para o solo. Geralmente este tipo de concreto é composto pelo agregado graúdo convencional de diferentes granulometrias, além de outros materiais. Nesta pesquisa substituiu-se parte do agregado graúdo do tipo basáltico pelo agregado reciclado proveniente de resíduos de construção civil. Estudou-se dois traços de concreto permeável contendo brita do tipo basáltica e agregado reciclado, destinados a pavimentos. Os concretos foram submetidos a ensaios no estado fresco e endurecido e verificou-se a viabilidade técnica do concreto com agregado reciclado cuja resistência à compressão foi superior a 20 MPa e o coeficiente de permeabilidade atendeu as especificações da norma brasileira apresentando valor acima de 0,1 cm/s.*

Palavras-chave: *materiais alternativos, concreto permeável, materiais de construção.*

Área do Conhecimento: *Engenharias, Construção Civil (Materiais e Componentes de Construção), Tecnologia de componentes para construção.*

1 INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada e sem planejamento tem provocado o aumento das áreas impermeáveis e impactado nos processos hidrológicos do solo, propiciando a ocorrência de inundações nas cidades (HÖLTZ, 2011; BATEZINI e BALBO, 2015). Tais eventos podem ser minimizados com o emprego de pavimentos de concreto permeável que funcionam como um sistema de drenagem urbana sustentável, os quais possuem diversos poros conectados permitindo o escoamento da água (SCHWETS et al., 2015).

Os materiais usuais que compõem o concreto permeável são: cimento Portland, brita convencional, aditivos, adições e água. Tem sido também empregado agregados reciclados provenientes de resíduos de construção civil em substituição aos agregados convencionais, os quais trazem benefícios principalmente quanto ao aumento do coeficiente de permeabilidade do material (ULLOA-MAYORGA et al. 2018; CHAITANYA e RAMAKRISHNA, 2020).

Esta pesquisa trata da comparação de dois traços de concreto permeável, sem e com agregados reciclados, provenientes de resíduos de construção civil, do tipo misto.

2 METODOLOGIA

A parte experimental foi desenvolvida no Laboratório de Materiais de Construção Civil da Faculdade de Tecnologia da UNICAMP. Foram moldados dois traços de concreto sem e com resíduos de construção civil e comparados os resultados.

2.1 Materiais

Os materiais utilizados na moldagem de corpos de prova de concreto foram: cimento Portland CPV, agregado graúdo de origem basáltica de dimensão máxima característica de 4,8 mm e massa específica 3 g/cm^3, agregado reciclado misto, de resíduos de construção civil, de dimensão máxima característica de 4,8 mm e massa específica 2,53 g/cm^3, sílica ativa de massa específica 2,20 g/cm^3, aditivo superplastificante e água potável.

2.2 Produção dos concretos

Os traços dos concretos permeáveis estudados se basearam nos trabalhos realizados por Batezini (2013), Kia, Wong e Cheeseman (2017) e Chandrappa e Biligiri (2016) e estão apresentados na Tabela 1.

Os materiais foram misturados em betoneira de eixo inclinado moldados e curados de acordo com os procedimentos da ABNT NBR 5738:2016. A Figura 1 ilustra uma amostra do concreto com agregado reciclado.

Tabela 1 – Traços, em massa, dos concretos permeáveis estudados.

Traços	**Cimento**	**Sílica**	**agregado convencional**	**agregado reciclado**	**Aditivo**	**a/c**
			4,80 mm	**4,80 mm**		
T1	1	0,10	2,50	-	0,005	0,42
T2	1	0,10	1,875	0,625	0,005	0,42

Figura 1 – Amostra do concreto com agregado reciclado.



2.3 Ensaios

O ensaio no estado fresco dos concretos permeáveis, foi realizado pela medida do abatimento do tronco de cone de acordo com a ABNT NBR NM 67:1998.

O ensaio no estado endurecido dos concretos permeáveis de resistência à compressão foi realizado, aos 28 dias, de acordo com a ABNT NBR 5739:2018, em corpos de prova cilíndricos de 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura. A resistência à compressão foi calculada de acordo com (1):

$$fc = \frac{4F}{\pi D^2} \qquad (1)$$

Onde,

fc: é a resistência à compressão em MPa;

F: é a força máxima alcançada em N;

D: é o diâmetro do corpo de prova em mm.

O ensaio de permeabilidade foi realizado para medir o tempo de passagem de um volume conhecido de água pelo corpo de prova (LINTZ et al., 2018; BATEZINI e BALBO, 2015). O coeficiente de permeabilidade é calculado conforme (2):

$$k = \frac{a.Lacc}{A.tf} . ln \frac{h1}{h2} \qquad (2)$$

Onde,

k = coeficiente de permeabilidade em cm/s;

a = seção transversal do tubo em cm²;

$Lacc$ = comprimento da amostra de concreto cilíndrica em cm;

A = seção transversal da amostra de concreto cilíndrica em cm²;

tf = tempo decorrido para o fluxo de água entre h1 e h2 em s;

h1 e h2 = níveis de água inicial e final em cm.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios no estado fresco e endurecido dos concretos estão na Tabela 2.

Os valores obtidos mostraram que substituindo-se 25% da brita convencional pelo agregado reciclado obtém-se ganho de 59% na resistência à compressão e de 14% no coeficiente de permeabilidade.

Tavares e Kazmierczak (2016) obtiveram, para o traço 1:2,7 com agregado reciclado, 20,67 MPa para a resistência à compressão.

Ulloa-Mayorga et al. (2018) também observaram valores superiores de coeficiente de permeabilidade, para concretos com agregados reciclados.

Tabela 2 – Resultados da consistência, resistência à compressão e coeficiente de permeabilidade dos concretos.

Traços	Abatimento (mm)	Resistência à compressão 28 dias (MPa)	Coeficiente de permeabilidade (cm/s)
T1	5	17,90 (±3,96)	0,36 (±0,04)
T2	5	28,50 (±1,91)	0,41 (±0,11)

4 CONCLUSÕES

Esta pesquisa trata do estudo de pisos permeáveis de concreto sem e com agregados reciclados.

Os resultados encontrados mostram que, para o traço de concreto proposto, contendo conjuntamente brita convencional e agregado reciclado de resíduos de construção civil, de 4,8 mm de dimensão máxima característica, a resistência à compressão foi 59% superior ao traço de referência contendo somente agregado basáltico.

Quanto ao coeficiente de permeabilidade os traços ensaiados apresentaram valor acima de 0,1 cm/s atendendo a norma brasileira ABNT NBR 16416:2015 para concretos permeáveis. O traço de concreto contendo agregado reciclado apresentou valor de coeficiente de permeabilidade superior ao traço de referência, mostrando a viabilidade técnico do emprego do agregado reciclado empregado nesta pesquisa, para o traço proposto.

5 AGRADECIMENTOS

CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Brasil - Código de Financiamento 001; CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) (310375/2020-7 e 310376/2020-3).

6 REFERÊNCIAS

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

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 67: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

BATEZINI, R.; BALBO, J. T. Estudo da condutividade hidráulica com carga constante e variável em concretos permeáveis. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, 2015, v. 8, pp. 248-259. DOI: 10.1590/S1983-41952015000300002.

BATEZINI, R. Estudo preliminar de concretos permeáveis como revesti - mento de pavimentos para áreas de veículos leves. 133 f. Dissertação (Departamento de Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2013.

CHAITANYA, M.; RAMAKRISHNA, G. Enhancing tha mechanical properties of pervious recycled aggregate concrete using silicafumes. Materils Today: Proceedings. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.11.549. 2020.

CHANDRAPPA, 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, p. 262-274, 2016. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.02.054

HÖLTZ, F. C. Uso de concreto permeável na drenagem urbana: análise da viabilidade técnica e do impacto ambiental. 139 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2011.

KIA, A., WONG, H. S., CHEESEMAN, C. R. Clogging in permeable concrete: A review. Journal of Environmental Management, v. 193, p. 221-233, 2017. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.02.018.

LINTZ, R. C. C.; SILVA, V. F.; CANTERAS, F. B.; GACHET-BARBOSA, L. .A.; TEIXEIRA, I. Study of permeable concrete. 7th International Congress on Ceramics & 62º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Junho de 2018. Foz do Iguaçu - PR – Brasil.

SCHWETZ, P.F.; LORENZI, A.; SILVA FILHO, L.C.P.; FERREIRA, L. Z.; LINHARES, V.; PARISOTO, M. Concreto permeável: otimização do traço para pavimentação de fluxo leve. CONPAT 2015, 2015.

TAVARES, L. M.; KAZMIERCZAK, C. S. Estudo da influência dos agregados de concreto reciclado em concretos permeáveis. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 9, n. 1, p. 75-90, 2016. DOI: 10.1590/S1983-41952016000100006

ULLOA-MAYORGA, V. A.; URIBE-GARCÉSM. M. A.; PAZ-GÓMEZ, D. P.; ALVARADO, Y. A.; TORRES, T.; GASCH, I. Performance of pervious concrete containing combined recycled aggregates. Ingeniería e Investigación. v. 38, n. 2, p. 34-41, 2018. DOI: 10.15446/ing.investig.v38