



DOSAGEM DE CONCRETO POROSO COM E SEM ARGAMASSA UTILIZANDO CIMENTO CII Z-32

João Víctor Santana¹, Maria C. F. de Albuquerque^{2*}

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

RESUMO

Foi realizada a confecção de corpos de prova de concreto poroso utilizando cimento do tipo CII Z 32 e aditivo superplastificante para traços 1:3.5, 1:5 e 1:6.5 com variações de 0%, 5% e 10% de argamassa. Após um período de 28 dias, foram submetidos a ensaios de resistência a compressão, tração por compressão e infiltração conforme as normas NBR 5739, 7222 e C1701/C1701M com a finalidade de avaliar os efeitos na resistência e permeabilidade quando variada a porcentagem de argamassa. Com os valores obtidos, foi confirmada a relação inversa entre resistência e permeabilidade, quando uma sobre outra desce. Também foram plotados diagramas de dosagem para ambas as porcentagens.

Palavras-chave: *Concreto, Dosagem, Permeável, Resistência, Sustentabilidade.*

INTRODUÇÃO

Desde sua criação até os dias atuais, o concreto tem sido um dos materiais mais consumidos no Brasil e no mundo sendo empregado, principalmente, na construção civil. Apesar de possuir características que o tornavam um excelente material construtivo, ainda assim, havia situações que exigiam que ele cumprisse requisitos cada vez mais específicos e, desta forma, através de pesquisas, foram desenvolvidas diversas classes de cimento e combinações com outros materiais que permitiram um novo leque de possibilidades construtivas.

O concreto é muito utilizado por conta de sua robustez e versatilidade, entretanto, à medida que ganha resistência, ele perde sua permeabilidade. Através do desenvolvimento e crescimento desenfreado de cidades, áreas que antes continham vegetação começaram a perder espaço para a selvas de concreto, um dos principais fatores responsáveis pelo acúmulo de água na superfície.

Com o acesso da água ao subsolo restringida e somada, muitas das vezes, a ineficiência de um sistema para coleta de águas pluviais, comprometido por obstruções na tubulação, a água se acumula na superfície até encontrar um local para desaguar, gerando diversas perdas materiais até seu total escoamento. Nessa situação, a utilização de meios complementares para escoamento se torna necessários, sendo um deles o concreto permeável.

O concreto permeável consegue unir características de permeabilidade e resistência em um material já muito conhecido que pode ser utilizado em áreas onde não há presença de grandes cargas, como calçadas e estacionamentos. Ao variarmos as proporções de materiais na mistura

do concreto convencional, diminuimos as áreas de contato entre os agregados, permitindo a existência de vazios por onde a água escoar. Entretanto, à medida que aumentamos esses vazios, diminuimos a resistência do material, por conta disso, um estudo avaliando o comportamento da resistência do concreto permeável frente a variação de composição torna-se útil para auxiliar no melhor traço a ser empregado em obras de construção civil. ⁽¹¹⁾

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a composição do concreto poroso foram utilizados os seguintes itens sendo realizados ensaios conforme NBR NM 52⁽⁹⁾, 53⁽¹⁰⁾ e 248⁽⁸⁾ relacionadas a 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. Areia de origem do Laboratório de Engenharia Civil - Unesp Ilha Solteira.
- d. Aditivo superplastificante Tec Flow 7000 - GCP Applied Technologies

Foram moldados, ao todo, 108 corpos de provas cilíndricos com dimensões 100 x 200 mm (diâmetro x altura) separados em 3 séries de 36 para cada traço e proporção de argamassa. Para cada série será realizado os ensaios de compressão, compressão diametral e permeabilidade conforme descrito nas normas NBR 5739⁽⁵⁾, 7222⁽⁷⁾ e C1701/C1701M⁽¹⁾ após um período de cura de 28 dias. Também será verificado a massa específica e volume de vazios médio para cada traço.

NBR NM 248: Composição granulométrica

Segundo a NBR NM 248, as amostras separadas de agregado foram submetidas a passar por um conjunto de peneiras através de agitação mecânica obtendo valores de diâmetro máximo 1,18 mm e 9,50 mm para agregado miúdo e agregado graúdo respectivamente.

NBR NM 52 e 53: Massa específica e absorção dos agregados

De acordo com a NBR NM 52, foi verificada a massa específica do agregado miúdo através do ensaio e obtido massa específica aparente igual a $2,52 \pm 0,14 \text{ g/cm}^3$.

Para agregado graúdo, realizando os ensaios conforme a NBR NM 53, obteve-se massa específica aparente igual a $2,82 \pm 0,04 \text{ g/cm}^3$.

Determinação do consumo de concreto (CC) e traços de mistura

Aplicando na Equação (A) os dados obtidos dos ensaios nos agregados e os valores quantitativos dos materiais conforme a Tabela 1, foi determinado o consumo de cimento CC para cada série em análise. Também foi acrescido superplastificante em quantidade de 0,5%, recomendado pelo fabricante.

$$CC \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{1000 * (1 - 0,15)}{\frac{c}{me_c} + \frac{a}{me_a} + \frac{b}{me_b} + a/c} \quad (A)$$

Sendo me a massa específica aparente em g/cm^3 ; c , a e b o traço de cimento, areia e brita respectivamente; e a/c a relação água/cimento.

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

Traço	c	a	b	a/c	sp
1: 3,5	1	0,00	3,50	0,29	0,5%
0% 1: 5,0	1	0,00	5,00	0,31	0,5%
1: 6,5	1	0,00	6,50	0,32	0,5%
1: 3,5	1	0,23	3,28	0,29	0,5%
5% 1: 5,0	1	0,30	4,70	0,31	0,5%
1: 6,5	1	0,38	6,13	0,32	0,5%
1: 3,5	1	0,45	3,05	0,29	0,5%
10% 1: 5,0	1	0,60	4,40	0,30	0,5%
1: 6,5	1	0,75	5,75	0,32	0,5%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizada a confecção e cura de 28 dias dos corpos de prova, foram feitos os ensaios e os valores obtidos organizados a seguir em tópicos separados nas Tabelas 2, 3 e 4 pela porcentagem de argamassa acrescida na confecção de cada série.

Tabela 2: Resultados obtidos para traços com 0% de argamassa.

Ensaio	Traço		
	1 : 3,5	1 : 5,0	1 : 6,5
Tensão Méd. Compressão (MPa)	11 ± 2	9 ± 2	4,5 ± 0,9
Tensão Méd. Diametral (MPa)	2,0 ± 0,2	1,4 ± 0,1	0,69 ± 0,05
Massa Específica (g/cm^3)	2,11 ± 0,07	2,06 ± 0,01	1,96 ± 0,01
Espaços Vazios (%)	20,1 ± 0,01	23,06 ± 0,01	31,75 ± 0,01
Permeabilidade (mm/s)	5,7 ± 0,3	9,7 ± 0,4	17,3 ± 0,3

Tabela 3: Resultados obtidos para traços com 5% de argamassa.

Ensaio	Traço		
	1 : 3,5	1 : 5,0	1 : 6,5
Tensão Méd. Compressão (MPa)	19,5 ± 0,5	12,0 ± 0,3	8,0 ± 0,2
Tensão Méd. Diametral (MPa)	2,8 ± 0,1	1,9 ± 0,1	1,50 ± 0,06
Massa Específica (g/cm^3)	2,17 ± 0,02	2,01 ± 0,05	1,90 ± 0,01
Espaços Vazios (%)	17,07 ± 0,01	23,61 ± 0,02	27,51 ± 0,02
Permeabilidade (mm/s)	5,1 ± 0,7	12 ± 2	15,2 ± 0,2

Tabela 4: Resultados obtidos para traços com 10% de argamassa.

Ensaio	Traço		
	1 : 3,5	1 : 5,0	1 : 6,5
Tensão Méd. Compressão (MPa)	20 ± 4	19,4 ± 0,3	9,8 ± 0,7
Tensão Méd. Diametral (MPa)	3 ± 0,1	2,5 ± 0,3	1,5 ± 0,1
Massa Específica (g/cm ³)	2,28 ± 0,02	2,20 ± 0,03	2,01 ± 0,02
Espaços Vazios (%)	16,87 ± 0,03	17,62 ± 0,01	21,53 ± 0,01
Permeabilidade (mm/s)	2,4 ± 0,1	3,6 ± 0,8	8,7 ± 0,7

Fazendo uma análise dos valores obtidos através de relações entre Argamassa x Resistência e Argamassa x Permeabilidade, conforme a Figura 1, é visível um aumento considerável de resistência do concreto poroso à medida que é acrescida a porcentagem de argamassa, entretanto há uma perda de permeabilidade quando isso ocorre, demonstrando uma relação inversa, confirmando o estudo de TENNIS et al., 2004⁽¹¹⁾.

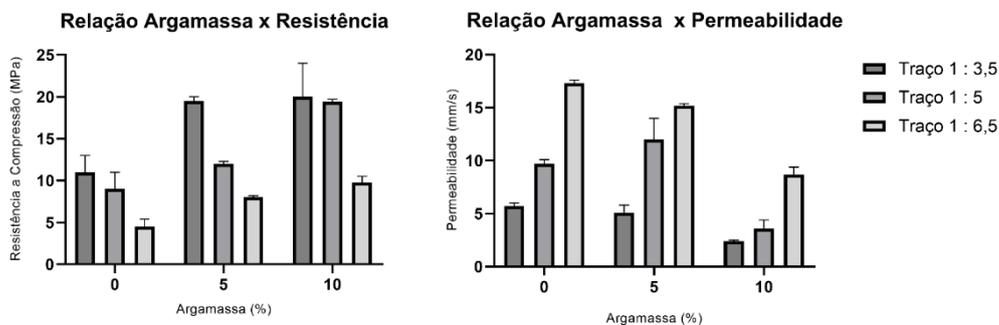


Figura 1: Relações entre resistência e permeabilidade para mesma relação de argamassa.

Por fim, com os resultados dos ensaios e a tabela de quantitativos, relação $c : a : b : a/c : sp$, foram plotados diagramas de dosagem de concreto poroso, conforme as Figuras 2, 3 e 4 que permitem visualizar um traço mais adequado as necessidades previstas do projeto. Os eixos foram divididos em Consumo de Cimento, Resistência a compressão, Permeabilidade e Traço.

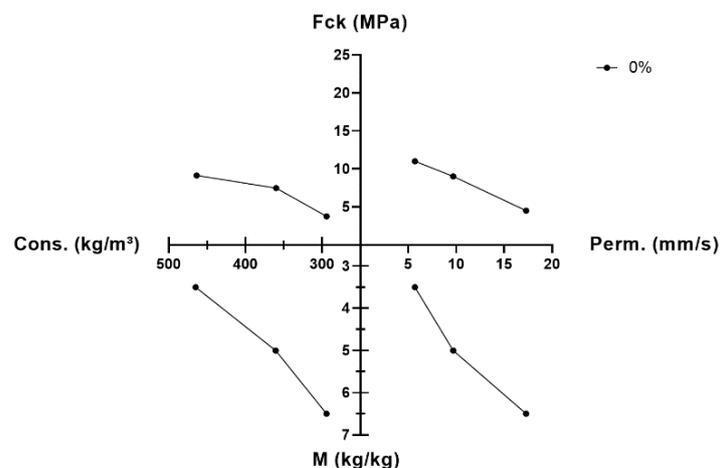


Figura 2: Diagrama de dosagem para traços de concreto poroso com 0% de argamassa.

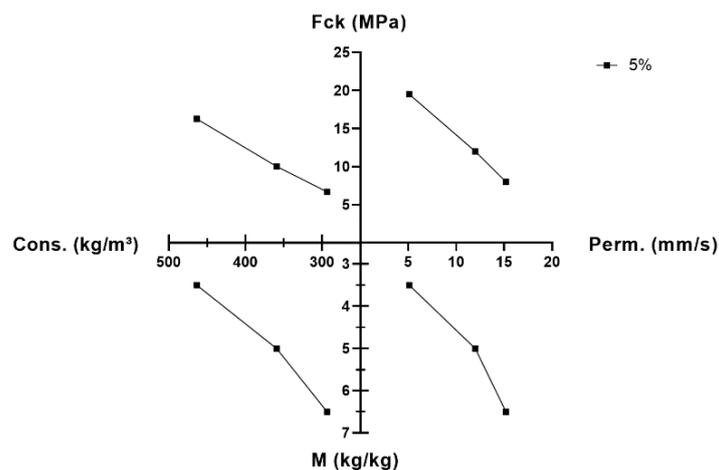


Figura 3: Diagrama de dosagem para traços de concreto poroso com 5% de argamassa.

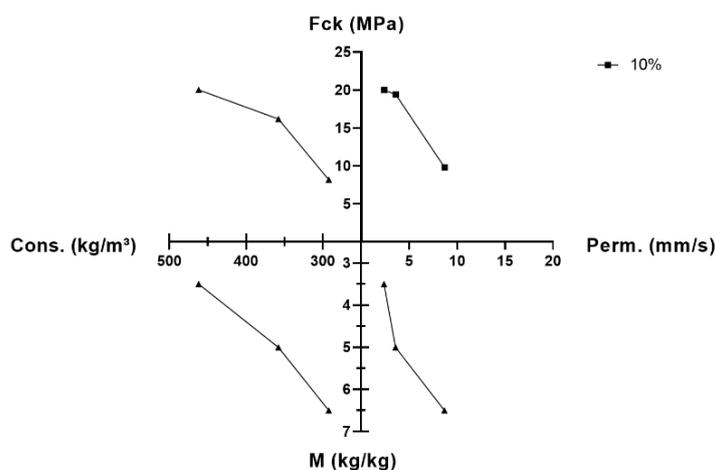


Figura 4: Diagrama de dosagem para traços de concreto poroso com 10% de argamassa.

CONCLUSÕES

Conclui-se que há um aumento de resistência do corpo de prova à medida que aumentamos a porcentagem de argamassa na mistura, entretanto, à medida que é acrescida temos o efeito inverso na permeabilidade, ou seja, comprometimento de sua função de principal, ambos perceptíveis através das relações avaliadas na Figura 1. Temos também que projetos é comum que haja algumas exigências do material a ser utilizado, no concreto poroso as principais são resistência e permeabilidade e, com o diagrama de dosagem, é possível determinar um traço que melhor se adequa as necessidades previstas. Contudo, os resultados obtidos não estão assertivos como esperado se comparado a pesquisas já realizadas na área. Se comparado as formas obtidas pelos traços com 0 e 10% de argamassa, nota-se uma inconstância nos resultados do traço com 5%, o que o torna inapropriado para um diagrama de dosagem.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a orientação da Prof^a. Dr^a. Maria da Consolação, ajuda de Gabryelle Ramada e financiamento da Pró-Reitora de Pesquisa (Prope – UNESP) através da bolsa-auxílio no programa PIBIC.

REFERÊNCIAS

1. C1701/C1701M - 17a: Standard test method for infiltration rate of in place pervious concrete. West Conshohocken, PA: ASTM, 2017.
2. DE SOLMINIHAC, H. et al. Porous concrete mixtures for pervious urban pavements. *Materiales de Construcción*, v. 57, n. 287, p. 23-36, 2007.
3. HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. Manual de Dosagem e controle de concreto. Brasília, DF: PINI, SENAI, 1992.
4. MULYONO, Tri et al. Properties of pervious concrete with various types and sizes of aggregate. In: MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, 2019. p. 01025.
5. NBR 5739 - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. 3ª. ed. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2018.
6. NBR 7211 - Agregados para concreto. 3ª. ed. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2009.
7. NBR 7222 - Concreto e argamassa: Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2011.
8. NBR NM 248 - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2003.
9. NBR NM 52 - Agregado miúdo: Determinação da massa específica e massa específica aparente. 2ª. ed. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2009.
10. NBR NM 53 - Agregado graúdo: Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. 2ª. ed. Rio de Janeiro, SP: ABNT, 2009.
11. TENNIS, P. D.; LEMING, M. L.; AKERS, D. J. Pervious Concrete Pavements. Maryland: Silver Spring: [s.n.], 2004.

DOSAGE OF POROUS CONCRETE WITH AND WITHOUT MORTAR USING CEMENT CII Z-32

ABSTRACT

Porous concrete specimens were made using cement type CII Z 32 and superplasticizer additive for traces 1:3.5, 1:5 and 1:6.5 with variations of 0%, 5% and 10% of mortar. After a period of 28 days, they were submitted to compressive strength, compression traction and infiltration tests according to NBR 5739, 7222 and C1701/C1701M standards in order to evaluate the effects on strength and permeability when the percentage of mortar is varied. With the values obtained, the inverse relationship between resistance and permeability was confirmed, when one over the other goes down. Dosage diagrams were also plotted for both percentages. (Fonte Times New Roman, tamanho 12, itálico, justificado, espaçamento 1,0)

Keywords: Concrete, Dosage, Permeable, Resistance, Sustainability.