

**ESTUDO EXPERIMENTAL DE DOSAGEM DE TRAÇO DE CONCRETO
PERMEÁVEL**

EXPERIMENTAL STUDY OF PERMEABLE CONCRETE TRACE DOSAGE

Alessandro Emilio Valmorbida, PPGEC, IMED, alessandro.ev@outlook.com

Ramon Longo, PPGEC, IMED, eng.longo@gmail.com

Rodrigo Padilha dos Santos, PPGEC, IMED, rodrigo.santos@uffs.edu.br

Rodrigo de Almeida Silva, Doutor, PPGEC, IMED, rodrigo.silva@imed.edu.br

Richard Thomas Lermen, Doutor, PPGEC, IMED, richard.lermen@imed.edu.br

RESUMO

O concreto é um dos produtos mais consumidos no mundo, justamente por ter sua aplicação em obras de construção civil, tornando-se importante objeto de estudos quando se busca melhorar sua qualidade, encontrar novas alternativas de desempenho ou ainda encontrar outras formas de uso. Mediante esta importância este estudo objetivou a realização de testes com uma dosagem de referência de um traço de concreto denominado concreto permeável ou poroso, e ainda adicionando a este uma areia industrial. O concreto permeável é um concreto especial e um material sustentável que pode ser aplicado em obras de pavimentações, estacionamentos, calçadas, entre outros por ter bons índices de vazios que lhe conferem permeabilidade, contribuindo no escoamento das águas nos centros urbanos e ainda necessitando de resistência a compressão em função dos esforços solicitantes. Após a confecção da mistura, foram moldados corpos de prova para a realização dos ensaios de permeabilidade e resistência a compressão. Com relação ao ensaio de compressão, apresentou um bom resultado. Já em relação ao ensaio de permeabilidade, não foi possível a realização, pois os moldes não apresentaram vazios, constatando-se que isso ocorreu em consequência do uso da areia industrial, que gerou a necessidade da utilização de maior quantidade de água, e consequentemente gerando maior quantidade de argamassa, a qual inibiu os espaços intersticiais para a realização de testes de permeabilidade. Concluindo assim que o estudo teve sua contribuição por mostrar o comportamento do traço de referência e a ainda a consequência em acrescentar outro material, mostrando desta forma que deve ocorrer uma adequação de dosagem para novos traços ou até mesmo para o acréscimo de outros materiais.

Palavras-chave: Concreto permeável. Concreto Poroso. Permeabilidade. Dosagem de concreto.

ABSTRACT

Concrete is one of the most consumed products in the world, precisely because of its application in construction works, becoming important when looking for quality construction, new performance alternatives and other ways of use. The objective of this study was to carry out tests with a reference dosage of a concrete trace called porous or permeable concrete, and still adding to it an industrial sand. The permeable concrete is a special concrete and a sustainable material that can be applied in works of paving, parking, sidewalks, among others through the indices of voids that impart permeability, contributing without water flow in the urban centers and still needing the extension of the applicants. After the preparation of the mixture, specimens were prepared to perform the permeability and compressive strength tests. Compared to the compression test, a good result is obtained. It was already in comparison with the permeability research, it was not possible since the molds are not important, but also the consequence of the use of industrial sand, which is generated by the greater amount of water, and consequently generating more water. mortar, which is an interstitial space for conducting permeability tests. Thus, achieving the objective of its investigation by showing the behavior of the screening in an even simpler and more detailed way, so that a dose adjustment may be necessary for new traces and even for the addition of other materials.

Keywords: Permeable concrete. Concrete Porous. Permeability. Concrete dosing.

1 INTRODUÇÃO

Conforme Saldanha et. al (2016), a Indústria da Construção Civil exerce importante papel na transformação ambiental da sociedade moderna. Por sua vez, utiliza como principal produto o concreto que é um dos materiais mais consumidos em todo o mundo justamente por ter sua grande importância e aplicação em obras de construção civil. Por este motivo, existe a preocupação com a qualidade deste material, tornando-se importante objeto de estudos e pesquisas que visam à busca de seu melhor desempenho e durabilidade quando associados, principalmente, às estruturas.

De acordo com Silva (1991), a composição do concreto normal é resultado da mistura de alguns materiais como o aglomerante, agregado miúdo, agregado graúdo e água.

Além dos concretos denominados normais, existem concretos considerados especiais, como por exemplo, o concreto permeável que também é conhecido como concreto poroso e apresentar um bom desempenho em termos de permeabilidade e, conseqüentemente, em escoamento da água, podendo assim ser utilizando em obras de pavimentações, estacionamentos, calçadas, pistas de ciclovias e praças

sendo assim um material sustentável por apresentar características sociais, econômicas e ambientais.

A permeabilidade é um fator importante e que contribui principalmente nas grandes cidades, pois conforme Batezini (2013), um dos principais impactos que o desenvolvimento urbano acelerado provoca nos processos hidrológicos está ligado ao crescimento de áreas justamente com o uso de superfícies impermeáveis, aumentando em grande escala a probabilidade de ocorrência de picos de cheias, que por sua vez provoca um agravamento em relação às enchentes e inundações das cidades. Sendo estas ocorrências consequências da explosão demográfica aliada à falta de planejamento de uso e ocupação do solo urbano.

Para Virgiliis (2009), os pavimentos permeáveis podem ser concebidos para atuarem como reservatórios de retenção armazenando o volume remanescente do escoamento superficial e, após a tormenta, drenar através de um exutório. Outra aplicação dos pavimentos drenantes é sua atuação como reservatório de infiltração cujo volume não é devolvido a rede hidráulica, mas sim absorvido através do solo até o lençol freático, reabastecendo-o.

Para Pereira e Barbosa (2015), o termo concreto permeável é usado para designar os concretos com altos índices de vazios interligados entre si, que permitem a passagem dos fluidos, resultando em uma elevada permeabilidade, conforme pode ser verificado na Figura 1.

Figura 1 – Concreto permeável.



Fonte: Vitrine Tecnológica. As Tecnologias da UFRGS (2016)

Com relação aos índices de permeabilidade apresentados na norma ACI – 522R-06, os concretos permeáveis devem apresentar índices de vazios variando entre 15% e 20% e uma capacidade de percolação na ordem de 200l/m².min.

Henderson et al. (2009) afirmam que reduzindo a quantidade de agregado miúdo ou simplesmente eliminando-os da mistura de concreto, o índice de vazios pode atingir valores entre 15% e 30%. A norma ACI – 522R-06 estabelece ainda como valor mínimo para o concreto permeável um coeficiente de permeabilidade (k) é de $1,40 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Outro fator importante para o traço de concreto permeável, está relacionado a resistência à compressão uniaxial, por se tratar de um produto de aplicação em estacionamentos, devendo resistir a estes esforços. Batezini (2013), utilizou como referência os estudos de McCain et. al., (2009), que obtiveram valores de resistência a compressão na ordem de 10 MPa para misturas sem adição de agregados miúdos.

Essa mesma dosagem foi testada por Pereira e Barbosa (2015), só que acrescentaram em alguns traços misturas do RCD (resíduo da construção e demolição), e foram constatados nos resultados da resistência a compressão em função das composições, que existiu uma variação dos resultados aos 28 dias, entre 10 MPa a 12 MPa em corpos de prova com variação de a/c de 0,3 para as diferentes misturas.

Já, neste estudo, o objetivo foi testar um traço de referência de concreto permeável com o acréscimo da areia industrial, visando encontrar sua permeabilidade e resistência a compressão. Este, possivelmente, será o concreto padrão para futuros estudos de concreto permeável com adição de outros materiais como, por exemplo, a borracha reciclada, caso resulte em uma boa dosagem.

2 METODOLOGIA

Os métodos e técnicas utilizados neste estudo experimental tiveram como base a dosagem dos estudos realizados por Batezini (2013), o qual faz uso de uma referência de dosagem para o concreto permeável, que se predefiniu com embasamento de uma revisão de literatura, de maneira empírica, uma vez que não existem procedimentos específicos documentados para dosagens deste tipo de concreto.

A composição do traço de Batezini (2013) compõe os seguintes materiais: cimento CIII 40 RS com um consumo de 374 kg/m^3 ; agregado graúdo com variação de diâmetro em três traços dos agregados de 4,8 mm a 12,5 mm máximo nas

proporções de cada fração que foi empregada e com um consumo de 1.660 kg/m^3 , representando assim uma proporção cimento/agregado de 1:4,44 e a relação de água/cimento (a/c) de 0,3.

Essa dosagem supracitada também foi testada por Pereira et. al (2015), só que com o cimento CPV-ARI e com o acréscimo de RCD (resíduo da construção e demolição) em algumas moldagens. Ele constatou nos resultados da resistência a compressão em função das composições, que existiu uma variação dos resultados aos 28 dias, entre 10 MPa a 12 MPa em corpos de prova com relação a/c de 0,3 para as diferentes misturas.

Em relação aos materiais utilizados para este experimento assim como suas dosagens em massa respeitando as proporções de 1:4,44 apresentadas por Batezini (2013), serão de: 100 g de Cimento CII F 32; 50 g de areia industrial; 394 g de Brita e um aumento de 0,3 litros de água para 0,4 litros em função da adição da areia industrial que irá necessitar de mais água.

Após a pesagem dos materiais foi realizada de forma manual a mistura do concreto. Posteriormente formam moldados os corpos de prova, nas respectivas quantidades e tamanhos apresentados na tabela 1.

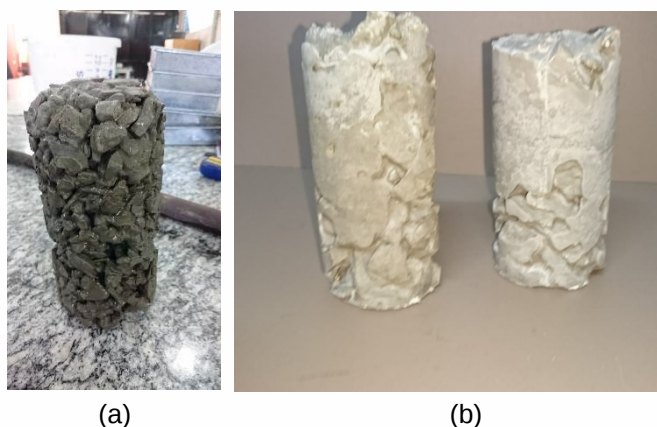
Tabela 1: Descrição dos formatos, tamanhos e quantidades de corpos de prova

Tipo de forma	Formato corpo de prova	Tamanho do Corpo de prova	Qt moldes
PVC	Cilíndrico	5x10 cm	3
Metálica	Cilíndrico	5x10 cm	1
Metálica	Cilíndrico	10x20 cm	1

Fonte: Autor

Os corpos de prova foram desformados com a idade de 7 dias após a moldagem, e foram selecionados aqueles que apresentaram as características visuais de um concreto permeável para serem submetidos a realização dos ensaios, conforme figura 2.

Figura 2 – CP 10x20cm (a) CP's 5x10 (b)



Fonte: Autor (2018)

Posteriormente, foram realizados ensaios de compressão de acordo com as diretrizes estabelecidas na norma NBR 5739:2007. Para isso foi utilizada uma prensa hidráulica conforme figura 3, que ilustra o momento da realização do rompimento do CP.

Figura 3 – Rompimento do CP



Fonte: Autor (2018)

3 DESENVOLVIMENTO

De posse dos resultados dos ensaios dos CP's, constataram-se resultados importantes quando comparados com a bibliografia de referência.

3.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em função das características visuais apresentadas nos CP's, percebeu-se nitidamente conforme pode ser verificado na figura 4, que ocorreram fechamentos

totais dos vazios no molde. O que se concluiu é que ocorreram principalmente pela quantidade de argamassa presente no traço e por este motivo impossibilitou a realização do ensaio de permeabilidade, visado comparar com os valores de referência apresentados na norma ACI – 522R-06.

Figura 4 – Amostra do CP com total fechamento dos vazios



Fonte: Autor (2018)

Quanto ao ensaio de compressão uniaxial, percebeu-se que o resultado apresentado no corpo de prova de 10x20 cm ficou no valor de 6,10 MPa, e em termos de resistência a compressão ficou adequado, por se tratar de uma idade de 7 dias o que representa mais de 50% em relação aos resultados de referência encontrados por Pereira e Barbosa (2015), que aos 28 dias que ficaram entre 10 MPa a 12 MPa.

Já no corpo de prova de 5x10 cm, a resistência apresentou-se o dobro, ficando em 11,42 MPa. Constatou-se que esses resultados foram obtidos devido o CP ser de um tamanho menor (5x10cm), acumulando mais pasta de argamassa, e consequentemente maior resistência a compressão uniaxial.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao objetivo proposto, os resultados encontrados após a realização dos ensaios desenvolvidos para este estudo experimental, trouxeram contribuições técnicas significativas.

A principalmente contribuição está relacionada ao comportamento do traço de referência e a ainda a consequência em acrescentar outro material na mistura, mostrando que deve ocorrer uma adequação de dosagem para novos traços ou até mesmo para o acréscimo de outros materiais.

Outra contribuição, está relacionada a questão da permeabilidade, pois como ocorreu um acréscimo de água em função da inclusão da areia industrial, constatou-se que o traço não manteve a permeabilidade. E neste sentido, para que possa ser rodado novamente se faz necessário alterações, retirando ou diminuindo a areia industrial que por sua vez acabou gerando muita argamassa, e por consequência também será necessário reduzir a relação de água cimento de 0,4 para 0,3.

Já em relação ao ensaio de compressão, comparando-se com as referências apresentadas e mesmo sendo como uma amostra reduzida, foi possível observar uma boa resistência para este traço.

Outro ponto fundamental que foi passível de observação, é a questão da vibração do concreto, constatando-se que não pode ser de forma manual por se tratar de uma massa com grande consistência pela baixa incorporação de água e alto índice de agregado, necessitando ser vibrada com o auxílio por exemplo de uma mesa vibratória capaz de contribuir na retirada de ar a melhor adensamento da massa.

Além do exposto, com este estudo foi passível de observação à necessidade de moldar um maior número de corpos de prova para que a amostra possa expressar o resultado de forma mais representativa.

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Committee 522, **Pervious Concrete, 522R-06**, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 25p., 2006.

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

BATEZINI, R., **Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves**. 2013. Dissertação de mestrado em engenharia de transportes – EPUSP, São Paulo, 2013, p. 133.

HENDERSON, V.; TIGHE, S. L.; NORRIS, J. Pervious Concrete Pavement. Transportation Research Record: **Journal of the Transportation Research Board**. v.2095, p. 13–21, Nov. 2009.

MCCAIN, G.N.; DEWOOLKAR M. M. **Strength and Permeability of Porous Concrete Pavements**. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. p. 01-13, 2009.

PEREIRA, K. K.; BARBOSA, M. P. Desenvolvimento de Composição de Concreto Permeável com Agregados Oriundos de Resíduos de Construção Civil da Região de Campinas. Campinas, SP, p.2-6. 2015. **Anais do XX Encontro de Iniciação Científica. ISSN 1982-0178 - Anais do V Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. ISSN 2237-0420.**

SALDANHA, G.S.; NUNES V. S.; BORJA, E.V. Estudo da viabilidade técnica da utilização de resíduo de pneu na composição de concreto permeável para pavimentação urbana. **60º Congresso Brasileiro de Cerâmica.** Águas de Lindoia, SP, p. 2. 2016.

SILVA, M. B. **Materiais de Construção.** São Paulo.: PINI., 1991. 2.ed.

VIRGILIIS, A. L. C. **Procedimentos de Projeto e Execução de Pavimentos Permeáveis Visando Retenção e Amortecimento de Picos de Cheias.** 2009. 191p. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

VITRINE Tecnológica. As Tecnologias da UFRGS. Porto Alegre, 2016. **Elementos de drenagem urbana utilizando concreto permeável.** Disponível em: <https://www.ufrgs.br/vitrinetecnologica/maquinas-e-equipamentos/elementos-de-drenagem-urbana-utilizando-concreto-permeavel/>. Acesso em: 24 Jun 2018.