

INFLUÊNCIA DOS AGREGADOS SOBRE AS PROPRIEDADES DO CONCRETO PERMEÁVEL

INFLUENCE OF AGGREGATES ON THE PROPERTIES OF PERMEABLE
CONCRETE

Alexandre Maines

Elias Riffel

Lenon Henrique Da Costa Pruner

Jaison H. De Oliveira Knoblauch

RESUMO A crescente demanda populacional em áreas urbanas têm resultado em ocupação inadequada das cidades com aumento de impermeabilização do solo ocasionando problemas como alagamentos, escoamento superficial elevado e reabastecimento ineficiente dos lençóis freáticos, além de problemas relacionados com contaminação do subsolo e do lençol freático. Os sistemas tradicionais de drenagem urbana têm-se mostrado ineficazes ao transferir grandes vazões de água à jusante de forma abrupta, sobrecarregando as redes de captação geralmente não dimensionados para receber proporções de pico. Uma alternativa que tem se mostrado eficaz são os equipamentos de controle de águas na fonte para atuarem de forma conjunta aos sistemas de controle tradicionais. O uso de pavimentos permeáveis, por exemplo, permite a percolação da água no solo no próprio local e reduz o escoamento superficial, além de proporcionar melhora na qualidade da água e contribuir com a recarga de aquíferos. O presente artigo tem por objetivo analisar o desempenho do concreto permeável e seu foco central está no estudo da influência que distintas proporções de agregados graúdos têm sobre suas propriedades mecânicas e de permeabilidade. Para tanto foram moldados quatro tipos de traços de concreto permeável desenvolvidos com diferentes tipos de agregados graúdos, em diferentes proporções para os quais foram avaliadas suas propriedades de permeabilidade e mecânicas. Os resultados mostram que o índice de vazios dos traços e sua permeabilidade tem uma relação direta, ou seja, maior índice de vazios com maior permeabilidade. Com relação às resistências de compressão do concreto

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

e a resistência à tração na flexão resultou, como era esperado, relação inversa, ou seja, maior índice de vazios com menor resistência. Todos os traços apresentaram permeabilidade acima de 0,1cm/s, valor este mínimo recomendado pela norma ABNT NBR 16416 (2015) para pavimentos de concreto permeável recém construídos.

Palavra-Chave: Concreto permeável. Drenagem Urbana. Permeabilidade. Pavimentos sustentáveis

ABSTRACT

The growing population demand in urban areas has resulted in inadequate occupation of cities with increased soil impermeability causing problems such as flooding, high runoff and inefficient replenishment of groundwater, in addition to problems related to subsoil and groundwater contamination. Traditional urban drainage systems have been shown to be ineffective in transferring large flows of water downstream abruptly, overloading abstraction networks that are generally not dimensioned to receive peak proportions. An alternative that has been shown to be effective is the water control equipment at the source to act in conjunction with traditional control systems. The use of permeable pavements, for example, allows water to seep into the soil on the spot and reduces runoff, in addition to improving water quality and contributing to aquifer recharge. This article aims to analyze the performance of permeable concrete and its central focus is on studying the influence that different proportions of coarse aggregates have on its mechanical and permeability properties. For this purpose, four types of permeable concrete lines were molded developed with different types of coarse aggregates, in different proportions for which their permeability and mechanical properties were evaluated. The results show that the void index of the strokes and their permeability has a direct relationship, that is, a higher void index with greater permeability. With regard to the compressive strengths of concrete and the tensile strength in flexion resulted, as expected, an inverse relationship, that is, a higher void index with less resistance. All traces showed permeability above 0.1 cm / s, this minimum value recommended by the ABNT NBR 16416 (2015) standard for newly constructed permeable concrete floors.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Keyword: Permeable concrete. Urban Drainage. Permeability. Sustainable floors

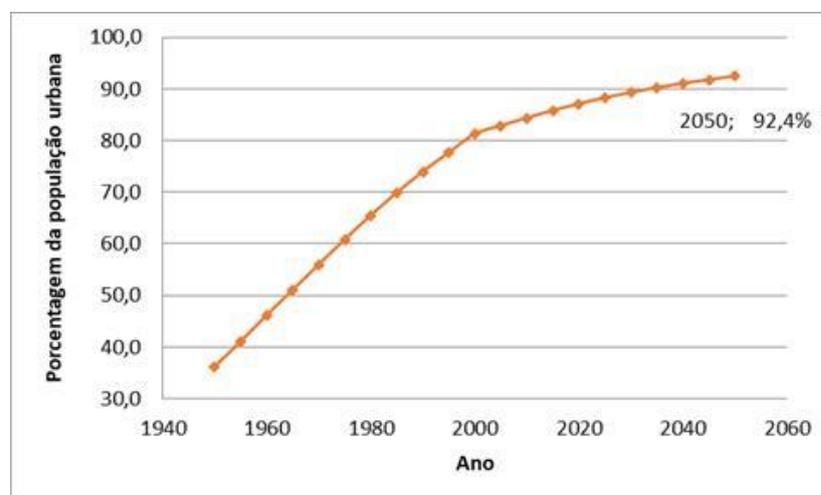
1 INTRODUÇÃO

Nesta seção é feita uma introdução ao tema estudado buscando contextualizar aspectos centrais que o motivam. Assim estão tratados nos subitens seguintes alguns conceitos relativos à drenagem urbana e a pavimentos de concreto permeáveis.

1.1 DRENAGEM URBANA

Segundo relatório da evolução demográfica mundial elaborada pela Organização Mundial das Nações Unidas – ONU, houve um crescimento da população residente em áreas urbanas de 36,2% em 1950 para 86,6% em 2018. No gráfico 1 é possível visualizar o crescimento da população em área urbana no Brasil desde 1950 até a projeção para 2050, estipulada para 92,4% (NATIONS, 2018).

Gráfico 1 – Taxa de população em área urbana no Brasil, 1950 – 2050 : Adaptado de (NATIONS, 2018)



A crescente demanda populacional em áreas urbanas tem resultado em ocupação inadequada das cidades com aumento de impermeabilização do solo

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

ocasionando problemas como alagamentos, escoamento superficial elevado e reabastecimento ineficiente dos lençóis freáticos, além de problemas relacionados com contaminação do subsolo e do lençol freático.

O processo natural de drenagem urbana se dá por movimentação das águas precipitadas das chuvas no sentido de montante (nascentes/ lugares mais altos) para jusante (foz/ baixadas), conforme características do relevo (HÖLZ, 2011, p. 14). O crescimento acelerado e sem o devido planejamento urbano, tem-se instalados os problemas descritos anteriormente.

A metodologia que visa construir sistemas de drenagem cada vez maiores não é sustentável. Dutos forçados, canalizações de grandes dimensões, diques com bombeamentos, reversões e barragens são alternativas de grande porte que exigem recursos elevados, tem forte impacto na infraestrutura existente e não apresentam eficácia comprovada (CANHOLI, 2014).

Hölz (2011, p. 16) destaca que [...] ao não promover uma política de redução dos volumes escoados, todas as intervenções acabam se tornando obsoletas. Com o crescimento e impermeabilização das cidades, os volumes de água que necessitam ser escoados vão se tornando gradualmente maiores, eventualmente superando a capacidade instalada.

Historicamente, engenheiros responsáveis pela drenagem urbana tentaram solucionar o problema da perda de armazenamento natural, provocando o aumento da velocidade dos escoamentos com obras de canalização (CANHOLI, 2014, p. 21). Percebeu-se, portanto, que esta solução transfere grandes vazões à jusante de forma muito abrupta, sobrecarregando os sistemas de drenagem que não foram dimensionados para receber essas proporções de pico. Este princípio foi abandonado nos países desenvolvidos no início da década de 1970 (TUCCI, 2003, p. 36).

Sistemas de contenção na fonte são técnicas de escoamento hidráulico alternativas que buscam reduzir o escoamento superficial, controlar a velocidade de escoamento e melhorar a qualidade da água. São obras de drenagem que funcionam próximas ao local de formação do escoamento direto, tais como: pavimentos permeáveis, canaletas permeáveis, sistemas de reservação de água da chuva e bacias de infiltração.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

O uso de pavimentos permeáveis, por exemplo, permite a percolação da água no solo e reduz o escoamento superficial. Os sistemas de contenção na fonte podem ser aplicados no controle de vazão de telhados ou em áreas de estacionamento, além de reservatórios temporários para atenuar a sobrecarga nas tubulações de coleta de águas pluviais, que em muitas cidades é compartilhada pela mesma rede coletora de esgoto.

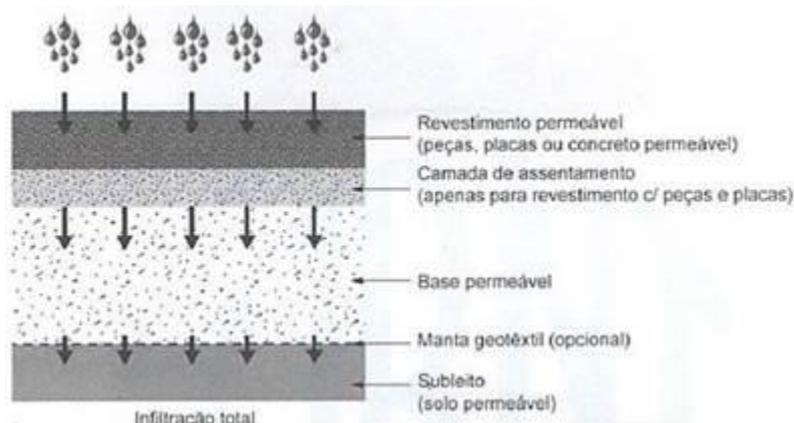
Os dispositivos de contenção na fonte não exigem projetos complexos, o que contribui para sua implementação. Proporcionam a melhora na qualidade da água e contribuem com a recarga de aquíferos. Em contrapartida, exigem maior investimento inicial dos proprietários e maiores gastos com manutenção (CANHOLI, 2014).

CANHOLI (2014, p. 39), afirma que as medidas de controle na fonte devem ser vistas como complementares aquelas de controle à jusante. TOMINAGA (2013, p. 17), complementa ao destacar que as medidas de controle na fonte devem fazer parte do planejamento integrado de sistemas de drenagem, tanto em novos loteamentos como em áreas já ocupadas [...].

1.2 PAVIMENTOS DE CONCRETO PERMEÁVEL.

A tipologia de pavimentos de concreto permeável, está definida na Norma Brasileira NBR 16416, como “revestimento de concreto permeável moldado no local em que a percolação de água ocorre pelo concreto [...]”. Esta tipologia compõe um sistema de drenagem conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1 – Exemplo de sistema de pavimento permeável: ABNT NBR 16416:2015.



Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Este tipo de pavimento apresenta forte apelo ambiental. (MEHTA e MONTEIRO, 2014), destacam que a Agência de Proteção ao Meio Ambiente Americana (EPA – Environmental Protection Agency) exige que agências públicas e privadas forneçam soluções sustentáveis para diversos problemas associados à má administração do escoamento das águas pluviais e considera o uso de concreto drenante uma das melhores práticas de gerenciamento em seu manual de tecnologias para o controle de águas pluviais.

REPETTE, 2011 esclarece que se trata de um concreto com pouco ou nenhum agregado miúdo (areia) e com o mínimo teor de pasta, suficiente para unir os agregados graúdos sem, no entanto, preencher os espaços entre estes agregados.

DA COSTA, 2019, esclarece que, embora existam várias maneiras de tornar a pavimentação de veículos e pedestres permeável, as três principais tecnologias primárias consistem em: camada porosa de asfalto (AP), concreto permeável (CP) e pavimento de concreto intertravado permeável (PCIP). Os pavimentos do tipo PCIP têm sido utilizados na Alemanha e em outros lugares da Europa desde o final dos anos 80 e, na América do Norte, desde 1992. Os pavimentos do tipo CP foram utilizados pela primeira vez na Flórida (Estados Unidos) no início de 1970, mesma época do surgimento de pavimentos do tipo AP (ICPI, 2008).

Segundo a NBR 16416 (2015) as tipologias de pavimentos permeáveis de concreto podem ser executadas são as seguintes: revestimento de pavimento intertravado permeável, revestimento de pavimento de placas de concreto permeável e revestimento de pavimento de concreto permeável.

2 MATERIAIS, MÉTODOS E ENSAIOS UTILIZADOS

Nesta seção são descritos os materiais, os equipamentos e os procedimentos experimentais utilizados no estudo.

2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados no estudo foram cimento CII F32, brita 1, brita 0, pedrisco e água.

O **cimento Portland** utilizado foi o cimento CII F32 por sua disponibilidade no mercado local.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Todos os **agregados graúdos** utilizados na elaboração do concreto permeável deste estudo são provenientes da britagem secundária de rocha sã, e, posterior classificação por peneiramento. Na tabela 1 são apresentadas as dimensões de cada agregado.

Os agregados escolhidos apresentam forma cúbica, com índice de forma menor que 3. A figura 2 ilustra os agregados utilizados.

Tabela 1 - Dimensões dos agregados (Os autores (2020))

Agregado	Dimensão (mm)	Módulo de finura
-	D	-
Pedrisco	0,0 a 4,8	5,67
Brita 0	4,8 a 9,5	6,43
Brita 1	9,5 a 19	7,05

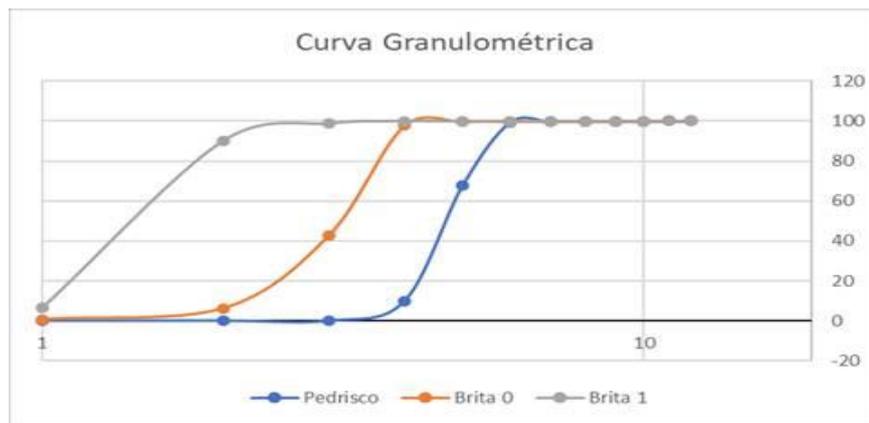
Figura 2 – Agregados graúdos: Pedrisco (a), Brita 0 (b), Brita 1 (c) (Os autores (2020))



Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

O gráfico 2 mostra as curvas granulométricas dos três agregados.

Gráfico 2 – Curva granulométrica dos agregados (Os autores (2020))



A água utilizada é proveniente da rede pública, que tem a sua qualidade assegurada pelo serviço autônomo de água e esgoto de Brusque, a SAMAE.

2.2 DOSAGEM E PRODUÇÃO DO CONCRETO PERMEÁVEL

Foram desenvolvidos quatro traços de concreto permeável com diferentes granulometrias e proporções de agregados. Em todos os traços foi mantida a relação água/cimento em 0,34 e a relação cimento : agregado na proporção de 1:4.

As proporções de agregado dos traços foram feitas utilizando a massa específica real dos agregados, determinada conforme NBR NM53:2003, tendo valor de 2,64 Kg/dm³. A tabela 2 apresenta as proporções dos agregados utilizadas em cada traço, determinadas com referência ao experimento de TENNIS, LEMING E AKERS, 2004.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Tabela 2 – Proporções entre agregados (Autores, (2020))

Traço	Pedrisco	rita 0	Brita 1
-	P (%)	0 (%)	B1 (%)
I	50	0	0
II	0	00	0
III	0	0	50
IV	0		100

A produção do concreto foi realizada no laboratório de Engenharia Civil do Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE, assim como todos os demais ensaios realizados. O processo para a produção seguiu as seguintes etapas:

1. Adição de todo agregado graúdo e 50% de água;
2. Mistura por 2 minutos;
3. Adição de todo o cimento;
4. Mistura por 1 minuto;
5. Adição do restante da água;
6. Mistura por 2 minutos.

Para avaliar se quantidade de água estava adequada utilizou-se o ensaio de abatimento e pelo teste visual, conforme figura 3.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Figura 3 – Análise do teor de umidade em estado fresco(Autores (2020))



2.3 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram elaborados seguindo as recomendações da NBR 5738:2015. Nas amostras cilíndricas optou-se pelas dimensões de 100mm de diâmetro e 200mm de altura. Já para as amostras prismáticas seguiram-se as dimensões de 500 x 150 x 150 mm, baseados nas dimensões da prensa para ensaio de tração na flexão.

O adensamento foi executado em camada única, com o intuito de obter resultados mais próximos da execução em campo, pois o método de adensamento de 2 camadas com 25 golpes cada, com haste, não representa com precisão a compactação das placas feitas com rolo de capacidade 148Kg/m. Importante destacar recomendação da NBR 5738:2015 ao indicar que [...] “Para concretos especiais, o procedimento de moldagem pode ser modificado de modo a simular o adensamento a ser empregado na obra, de acordo com o responsável da obra”. Para compactação fez-se o uso de um soquete de 2,5Kg (utilizado em ensaio de compactação Proctor), com a aplicação de 20 golpes centralizados, após resultados positivos, confirmados em ensaios experimentais (RISSON, 2017).

As formas utilizadas para moldagem do corpo de prova prismático e cilíndrico e a execução do adensamento no molde prismático nos corpos de prova cilíndricos estão ilustradas na figura 4.

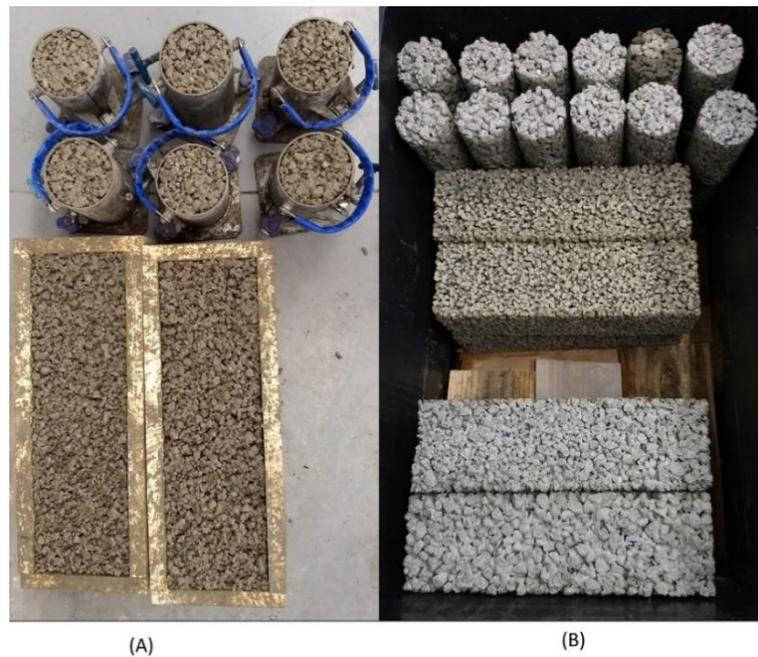
Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Figura 4 – Formas dos corpos de prova e Adensamento: (Autores (2020))



Após o procedimento de adensamento com soquete de 2,5Kg, fez-se a retirada da aba de proteção da forma e executou-se a rasadura da amostra. Posteriormente as amostras ficaram em repouso por um período de 48h para depois serem retiradas das formas e seguirem para a disposição em câmara úmida, permanecendo durante o período de cura de 28 dias. A figura 5 ilustra estes procedimentos.

Figura 5– Amostras: a) Estado fresco, b) Desformada (Autores (2020))



(A)

(B)

2.4 ENSAIOS REALIZADOS

Para medir o **volume de vazios** nas amostras foi utilizado o método volumétrico que consiste em envolver o corpo de prova com fita adesiva na condição saturado superfície seca, vedando a amostra - Figura 6. Após sua pesagem adicionou-se água até o preenchimento dos vazios.

Figura 6 – Amostra vedada (Autores (2020))



Posteriormente calculou-se o volume de vazios por meio da equação abaixo:

$$Vv = \frac{Va}{Vcp} \quad (\text{Equação 1})$$

Vv = Volume de vazios;

Va = volume de água adicionado até a superfície superior;

Vcp = Volume do corpo de prova;

O **coeficiente de permeabilidade** foi analisado através de um permeâmetro de carga constante construído com barras de PVC com seção DN100 e tubo extravasor DN50 para estabilização da coluna d'água. As amostras cilíndricas de

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

100mm x 100mm, foram vedadas com fita adesiva nas laterais e posicionadas no permeâmetro, conforme figura 7.

Figura 7 – Permeâmetro de carga constante (Autores (2020))



Os valores de condutividade hidráulica são determinados pela Lei de Darcy, conforme a equação abaixo.

$$k = \frac{V.L}{h.A.t} \quad (\text{Equação 2})$$

k = condutividade hidráulica;

V = volume de água coletado;

L = comprimento do corpo de prova;

h = carga hidráulica;

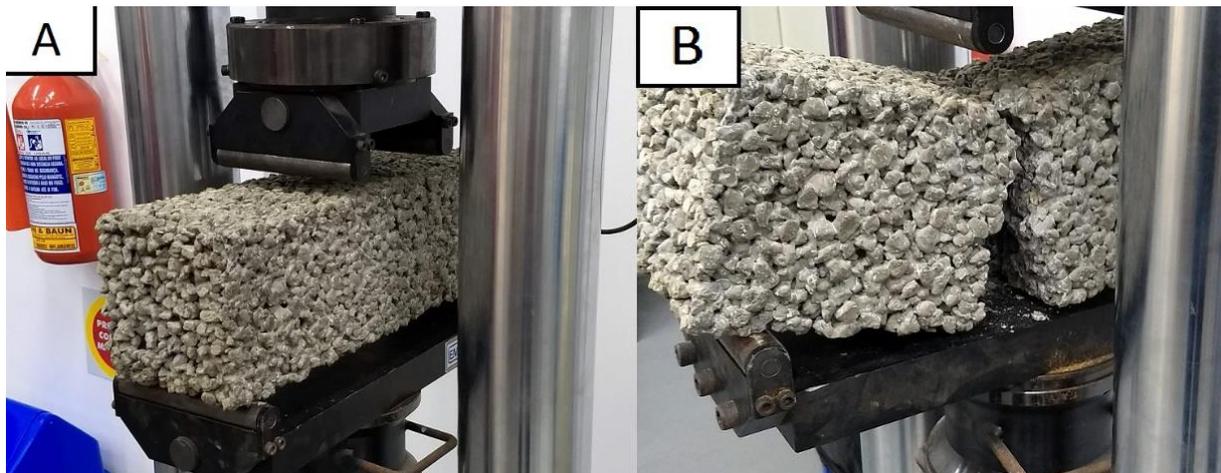
A = área da seção transversal da amostra da amostra;

t = é o tempo decorrido para a coleta d'água.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Para realização do ensaio de **resistência à tração na flexão** utilizou-se o dispositivo específico para o ensaio de tração na flexão com carregamento nos terços do vão. Com base nas dimensões do dispositivo e segundo a NBR 12142, a amostra teve suas dimensões definidas com seção transversal quadrada de 15cm e comprimento de 50cm, como ilustrado na figura 8.

Figura 8 – Ensaio de tração na flexão: a) antes do carregamento, b) após ruptura (Autores (2020))



Foram produzidas duas amostras de cada traço para execução do ensaio de tração na flexão.

A **resistência à compressão** foi avaliada através do ensaio elaborado segundo a NBR 5739:1993 – figura 9. Foram cinco amostras de cada traço, rompidas aos 28 dias, com cura em câmara úmida e capeadas para regularização da superfície.

Figura 9 – Ensaio de resistência à compressão (Autores (2020))



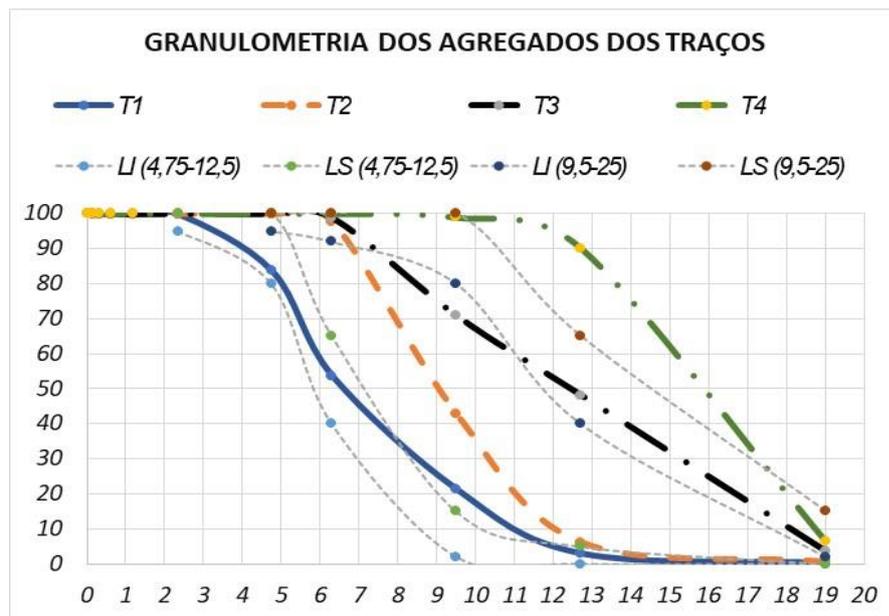
3 RESULTADOS

3.1 GRANULOMETRIA, VOLUME DE VAZIOS E PERMEABILIDADE.

A distribuição granulométrica dos traços T1 a T4 está mostrada na figura 10 sendo também indicados limites de composição granulométrica estabelecidos pela NBR 7211:2005.

Os traços misturados T1(50-50-0) e T3(0-50-50) apresentam-se parcialmente dentro dos limites 4,75 – 12,5 e 9,5 – 25 respectivamente. Os traços com apenas brita 0 e brita 1, T2(0-100-0) e T4(0-0-100) estão fora dos limites.

Figura 10 – Distribuição granulométrica dos traços (Autores (2020))



As tabelas 3 e 4 mostram respectivamente os valores obtidos de volume de vazios e coeficiente de permeabilidade para cada amostra.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Tabela 3 – Volume de vazios (Autores (2020))

Amostra	Volume de vazios
-	Vv (%)
T1 (50-50-0)	15,22
T2 (0-100-0)	23,5
T3 (0-50-50)	24,52
T4 (0-0-100)	28,65

Tabela 4 –

(Autores (2020))

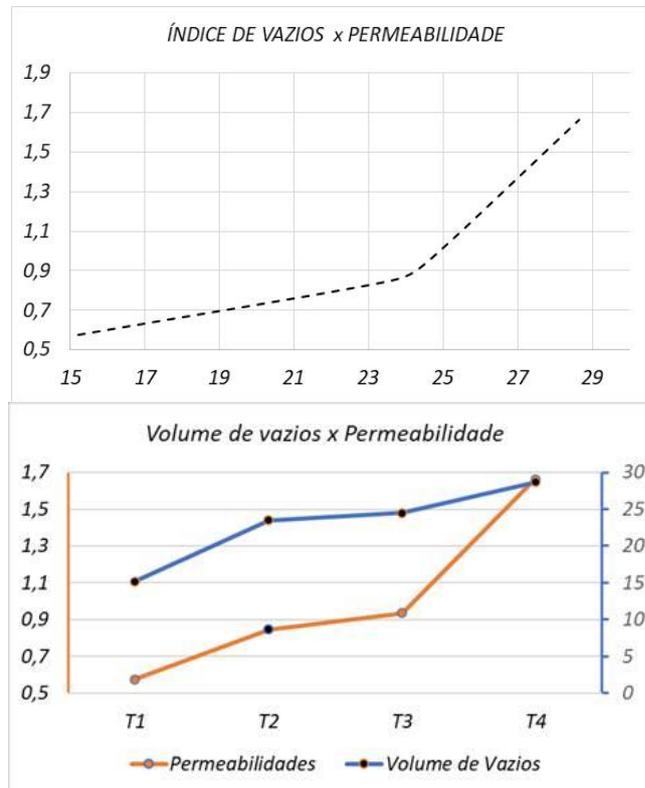
Condutividade hidráulica

Amostra	Volume água	Comprimento corpo prova	Carga hidráulica	Área seção	Tempo coleta	Condutividade hidráulica
-	V (cm ³)	L (cm)	h (cm)	A (cm ²)	t (s)	k (cm/s)
T1 (50-50-0)	3371	10	25	78,5	30	0,576
T2 (0-100-0)	5005	10	25	78,5	30	0,848
T3 (0-50-50)	5507	10	25	78,5	30	0,936
T4 (0-0-100)	9815	10	25	78,5	30	1,664

O gráfico 3 indica a relação entre o volume de vazios e coeficiente de permeabilidade.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Gráfico 3– relação volume de vazios x permeabilidade (Autores (2020))



A leitura do gráfico 3 mostra uma relação direta entre volume de vazios e permeabilidade para todos os traços. A esquerda observa-se que os traços apresentam concordância de acréscimo de permeabilidade com correspondente acréscimo de vazios e a direita indica uma relação exponencial. Como apontado por (MEHTA e MONTEIRO, 2014), como acontece com uma variedade de materiais porosos naturais e sintéticos, os concretos drenantes também apresentam uma relação porosidade-permeabilidade que é exponencial na natureza.

Todas as amostras apresentaram permeabilidade acima de 0,1cm/s, valor este mínimo recomendado pela norma NBR 16416 (2015) para pavimentos de concreto permeável recém construídos. Neste aspecto pode-se afirmar que os compósitos analisados, inclusive o da amostra T1 que inclui pedrisco são adequados para utilização.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Tais resultados indicam ser viável a adição de agregados miúdos, com o objetivo de aumentar a resistência à compressão e a tração, atendendo ao requisito de permeabilidade.

3.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E TRAÇÃO NA FLEXÃO

A tabela 5 mostra os resultados dos ensaios de resistência à compressão, resistência à tração na flexão e volume de vazios.

Tabela 5 – Resistência à compressão e tração, volume de vazios e permeabilidade: (Autores (2020))

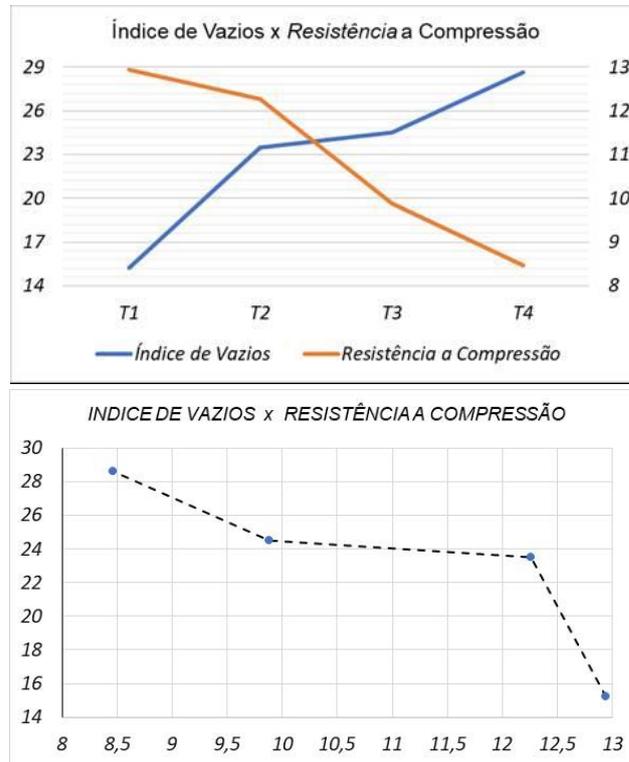
Amostra	Tensão de Compressão σ_c (Mpa)	Tensão de Tração σ_t (Mpa)	Volume de Vazios v (%)
T1 (50-50-0)	12,94	2,21	1,522
T2 (0-100-0)	12,26	1,93	2,350
T3 (0-50-50)	9,88	1,74	2,452
T4 (0-0-100)	8,46	1,63	2,865

A leitura da tabela 5 mostra coerência de resultados entre volume de vazios e resistência à compressão, ou seja, quanto maior o volume de vazios, menor a resistência do concreto.

O gráfico 4 ilustra as relações entre resistência à compressão com o volume de vazios. A esquerda observa-se a relação contrária entre vazios e resistência e a direita ilustra a queda de resistência com aumento de volume de vazios.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Gráfico 4 – Índice de vazios x Resistência à compressão. (Autores (2020))

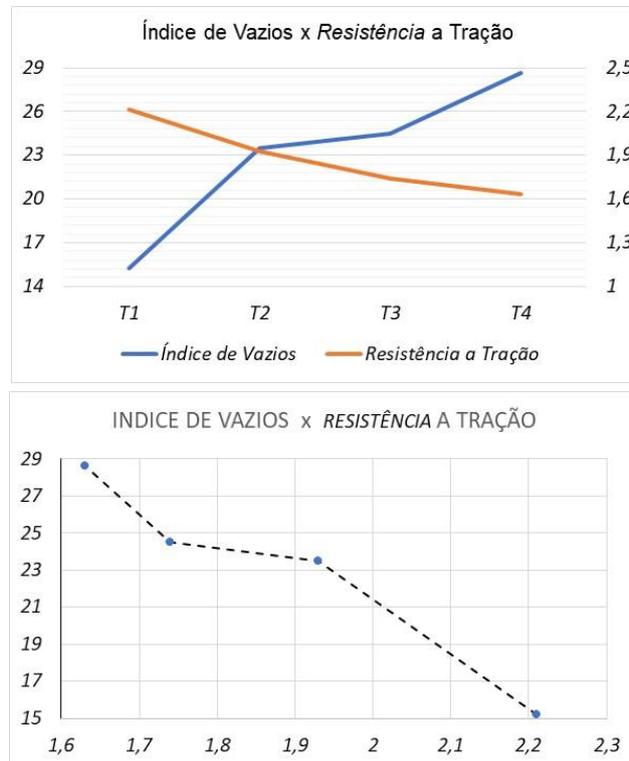


Quanto a resistência à tração observa-se as mesmas tendências entre volume de vazios e resistência.

O gráfico 5 ilustra as relações entre resistência à tração com o volume de vazios. A esquerda observa-se a relação contrária entre vazios e resistência e a direita ilustra a queda de resistência com aumento de volume de vazios.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

Gráfico 5 – Índice de vazios x Resistência à tração. (Autores (2020))



Ao comparar os resultados obtidos com os requisitos mínimos da NBR 16416: 2015, para pavimentos de concreto permeável, tem-se que para resistência à compressão são preconizados métodos de ensaio baseados na norma NBR 9781, não havendo comparativo possível

Para a resistência à tração concreto permeável **moldado no local tráfego de pedestres** é exigida resistência maior ou igual a 1,0 Mpa, condição que todos os traços da pesquisa atendem.

Para a resistência à tração concreto permeável **moldado no local tráfego leve** é exigida resistência maior ou igual a 2,0 Mpa, condição esta atendida apenas o traço T1 da pesquisa.

4 CONCLUSÃO

Dos resultados obtidos pode-se concluir que os traços definidos no estudo possibilitaram analisar o comportamento do concreto permeável apontando relação consistente entre os traços e suas propriedades de permeabilidade e mecânicas.

Pode-se afirmar que ao aumentar a dimensão média dos agregados ocorre um aumento de volume de vazios e redução de resistência do concreto, ou seja, maior índice de vazios resultando em menor resistência mecânica.

Todos os traços apresentaram permeabilidade acima de 0,1cm/s, valor este mínimo recomendado pela norma ABNT NBR 16416 (2015) para pavimentos de concreto permeável recém construídos.

Com relação aos requisitos mínimos de resistência à tração desta norma tem-se o seguinte: resistência à tração concreto permeável moldado no local tráfego de pedestres, todos os traços do estudo atendem e a resistência à tração concreto permeável moldado no local tráfego leve apenas o traço T1 atende.

Como estudos adicionais recomenda-se análise que leve em consideração a rede de interconexões dos poros do concreto permeável além de sua porosidade. MEHTA e MONTEIRO, 2014, destacam a importância este parâmetro ao destacar que o corpo de prova do concreto drenante é constituído de uma complexa rede de interconexões de poros e aberturas (canais que conectam os poros) de variados graus de tamanhos e formas que determinam seu comportamento além de sua porosidade.

Observa-se também os apontamentos de DA COSTA, 2019, quando afirma que as propriedades relacionadas à estrutura de poros do concreto permeável são tão importantes quanto as propriedades mecânicas e ainda [...] que a resistência à compressão e tração na flexão do concreto permeável, em virtude de dependerem de outras propriedades como porosidade e compactação, também apresentam grande variabilidade.

REFERÊNCIAS

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

ABNT. **NBR 5739: Concreto-Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. São Paulo, 1993.

ABNT. **NBR 12142: Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. São Paulo, 2010.

ABNT. **NBR 16416: Pavimentos permeáveis de concreto - requisitos e procedimentos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. São Paulo, p.25. 2015.

ABNT. **NBR 5738: Concreto –Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. São Paulo, 2015.

ABNT. **NBR 7211: Agregados para concreto**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. São Paulo, 2015.

ABNT. **NBR NM 53: Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água** Associação Brasileira de Normas Técnicas. São Paulo, 2003.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e controle de enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

DA COSTA, , F. B. P. **Análise e desenvolvimento de misturas de concreto permeável para aplicação em pavimentação**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,, 2019.

HÖLZ, F. D. C. **Uso de concreto permeável na drenagem urbana: análise da viabilidade técnica e do impacto ambiental**. Dissertação de pós-graduação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 139. 2011.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 2ª. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

NATIONS, U. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. Department of Economic and Social Affairs. 2018. Online Edition.

Influência Dos Agregados Sobre As Propriedades Do Concreto Permeável

REPETTE W. L. **Concretos para fins especiais e de última geração.** In: Concreto: Ciência e Tecnologia. IBRACON, 2011. VII.

RISSON, K. D. B. D. S. **Proposta de procedimento de moldagem de corpos de prova em laboratório para concretos permeáveis.** 2017. Dissertação de pós-graduação em Engenharia de Edificações e saneamento - Universidade de Estadual de Londrina, Londrina, 2017. 190.

TENNIS, P. D.; LEMING, M. L.; AKERS, D. J. **Pervious Concrete Pavements.** III. ed. Illinois: Portland Cement Association, 2004. 36 p. ISBN 0-89312-242-4.

TOMINAGA, E. N. D. S. **Urbanização e Cheias: Medidas de controle na fonte.** Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 134. 2013.

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana. **Gestão das águas**, Campinas, v. 55, p. 36-37, Outubro 2003. ISSN 2317-6660.