

## PAVIMENTOS DRENANTES: ESTUDO SOBRE PEÇAS DE CONCRETO PERMEÁVEL DO TIPO *PAVER* INTERTRAVADO POROSO

### DRAINAGE FLOORS: STUDY ON POROUS INTERLOCKED PAVER TYPE PERMEABLE CONCRETE PARTS

Alexandre Schroeder<sup>1</sup>  
Arnoldo Wesley Imhof<sup>2</sup>  
William de Chaves Pinheiro<sup>3</sup>  
Alexandre Maines<sup>4</sup>  
Elias Riffel<sup>5</sup>

**RESUMO:** O desenvolvimento e a utilização de infraestruturas sustentáveis é uma estratégia que ganha crescente importância em âmbito global com o aumento da conscientização sobre a construção de sistemas de pavimentação sustentáveis no país. Nesse sentido, o presente projeto visa estudar a efetividade dos pavimentos drenantes, cujo principal benefício é evitar o rápido e indesejado acúmulo de volumes de água acima da superfície do piso. Por permitirem a passagem de água, eles também proporcionam impacto ambiental positivo na prevenção de enchentes urbanas, redução de ilhas de calor e manutenção de aquíferos subterrâneos. A fim de justificar a finalidade do projeto, pretende-se desenvolver um estudo sobre o revestimento permeável de concreto poroso para pavimento do tipo *paver* drenante em laboratório concedido por um fabricante local. Na determinação do coeficiente de permeabilidade ( $k$ ) foi construída uma bancada em estrutura metálica constituída de grelha e calha para realização do ensaio. Os resultados da pesquisa convergiram com o disposto na norma técnica cujo escopo tipifica os revestimentos permeáveis, regulamenta o método e o cálculo da eficiência hidráulica dos pavimentos drenantes.

**Palavras-chave:** Pavimentos drenantes. Revestimentos porosos. Drenagem.

<sup>1</sup>Acadêmico de Engenharia Civil da Unifebe. E-mail: alexandre\_schro@hotmail.com

<sup>2</sup>Acadêmico de Engenharia Civil da Unifebe. E-mail: arnoldo@unifebe.edu.br

<sup>3</sup>Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo da Unifebe. E-mail:  
william.pinheiro@unifebe.edu.br

<sup>4</sup>Professor orientador. Doutor em Estruturas. E-mail: alexandremaines@gmail.com

<sup>5</sup>Professor orientador. Mestre em Engenharia de Processos. E-mail:  
eliasriffel@unifebe.edu.br

Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

**RESUMO:** The development and use of sustainable infrastructure is a strategy that is gaining increasing importance at a global level with the increase in awareness about the construction of sustainable paving systems in the country. In this sense, the present project aims to study the effectiveness of draining pavements, whose main benefit is to avoid the rapid and unwanted accumulation of water volumes above the surface of the floor. By allowing water to pass through, they also provide a positive environmental impact in preventing urban flooding, reducing heat islands and maintaining underground aquifers. In order to justify the purpose of the project, it is intended to develop a study on the permeable coating of porous concrete for draining paver type pavement in a laboratory granted by a local manufacturer. In determining the permeability coefficient ( $k$ ), a bench was built in a metallic structure consisting of a grid and a gutter to carry out the test. The research results converged with the provisions of the technical standard whose scope typifies permeable coatings, regulates the method and calculation of the hydraulic efficiency of draining pavements.

**Palavras-chave:** Draining floors. Porous coatings. Drainage.

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população urbana em cidades de países em vias de desenvolvimento é um tema recorrente, pois os constantes deslocamentos de cargas e pessoas implicam no aumento da necessidade de vias pavimentadas. A falta de planejamento acarreta uma série de impactos ambientais como a falta de moradias, o êxodo rural e a industrialização, resultando em altas taxas de impermeabilização do solo e, conseqüentemente na ausência de espaços urbanos, como parques e jardins, que propiciam a infiltração da água no solo e a recarga dos lençóis freáticos (PINTO, 2011).

O número de áreas impermeáveis vem aumentando diuturnamente com o processo de urbanização. A transformação e ocupação do meio ambiente por meio da construção de áreas de passeio, estradas, de estacionamentos, de edificações, dentre outros, afeta e modifica o funcionamento de ecossistemas inteiros (KLENZENDORF *et al.*, 2012).



Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

Neste cenário de alta urbanização dos últimos tempos, em paralelo com o aumento de construções verticais, calçadas, e construções de grande porte como galpões industriais, as águas pluviais necessitam fazer seu ciclo hidrológico natural, e o concreto poroso é um mecanismo que pode auxiliar no escoamento dessas águas, auxiliando também na taxa de permeabilidade do solo (PRUNER, 2018).

A partir dessa perspectiva, é viável o estudo de novas tecnologias e, o emprego de pavimentos permeáveis em áreas urbanas estratégicas, pode auxiliar no processo de drenagem (DINIZ *et al*, 2021). Os pavimentos de concreto apresentam as camadas de rolamento ou de revestimento elaboradas com concreto poroso sendo produzidas com agregados e ligantes hidráulicos, empregando diversas técnicas de manipulação e elaboração, como pré-moldagem ou produção *in loco* (BALBO, 2009).

A NBR 16416 (2015) define pavimento de concreto permeável como sendo o revestimento de concreto moldado no local em que a percolação de água ocorre pelo concreto. Os pavimentos permeáveis, segundo Suzuki, Azevedo e Kabbach Júnior (2013), também podem ser denominados de estruturas-reservatórios, referindo-se à função mecânica que permite suportar o carregamento solicitado pelo tráfego de veículos, e à função hidráulica, cujo reservatório assegura a retenção temporária das águas pela porosidade dos materiais.

Em face ao atual cenário, tendo em vista que um dos principais problemas é a impermeabilização do solo decorrente da ocupação urbana, a qual altera o ciclo hidrológico e resulta em um aumento das enchentes nos centros urbanos, além do aumento de substâncias poluentes nos corpos d'água, o presente trabalho tem como objetivo analisar o desempenho hidráulico dos pavimentos drenantes fabricados no contexto local. A metodologia do estudo foi delineada por uma pesquisa bibliográfica para embasamento conceitual da nomenclatura técnica e foi combinada a uma pesquisa experimental avaliativa realizada em laboratório para verificação do índice de permeabilidade das amostras de *paver* drenante intertravado. Os



Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

resultados da pesquisa demonstraram validação dos parâmetros normativos e atenderam a conformidade dos objetivos propostos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL (ICC)

A construção civil possui ampla capacidade de produção e geração de milhares de postos de trabalho de forma rápida, essencial para a retomada da economia brasileira pós-pandemia de COVID-19. O setor movimenta uma grande cadeia produtiva, desde o canteiro de obras até a fabricação de insumos, com grande potencial de crescimento para os próximos anos. Indicadores atuais mostram que 10% dos trabalhadores brasileiros estão empregados na construção civil e que 7% do PIB nacional é proveniente da construção civil, movimentando 62 atividades econômicas da indústria brasileira. Segundo dados do Caged divulgados pelo Ministério da Economia, em 2020, o país criou 142 mil vagas de trabalho formais (CLT), das quais 112 mil foram oriundas da construção civil (ABRAINC, 2021).

Segundo Mello e Amorim (2009) a construção civil é um ramo que possui inúmeras atividades, ligadas entre si por uma vasta diversificação de produtos, com processos tecnológicos variados, vinculando-se a diferentes tipos de demanda, abriga em seu nicho de mercado indústrias de tecnologia de ponta e capital intensivo, como cimento, siderurgia, e milhares de microempresas de serviços, como: escritório de projeto, empreiteira de mão de obra, topografia, etc., sendo a maior parte com baixo conteúdo tecnológico, podendo-se assim afirmar que uma das características marcantes do setor da construção é a sua heterogeneidade.

Lintz *et al.* (2012) atestam que a construção civil é uma das atividades mais antigas dentre as indústrias, e que desde o princípio foi aparelhada de forma artesanal, gerando como subproduto dos processos, grande quantidade residual de diversas naturezas. A ICC é reconhecida como uma das mais





Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

importantes áreas industriais para o desenvolvimento social e econômico, contudo, atua como a maior consumidora de recursos naturais em qualquer país do mundo, seja pelo consumo de insumos naturais (ativos ambientais), pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos (passivos ambientais) (MUNHOZ, 2008; SANTOS *et al.*, 2012).

## 2.2 PAVIMENTOS DRENANTES: PASSO HISTÓRICO

Os pavimentos com estrutura porosa foram aplicados pela primeira vez na França entre 1945-1950 sem muito sucesso, pois a qualidade do asfalto na época (heterogênea e de má usinabilidade) não suportava a ligação da estrutura devido a grande quantidade de vazios. (AZZOUT *et al.*, 1994).

Segundo Virgiliis (2009) os estudos de pavimento drenante foram iniciados de forma mais acentuada em uma modesta escala nas primícias dos anos 70, contendo diferentes países participantes como Suécia, Estados Unidos, Japão e França.

Já em nosso país, desde 2007, as pesquisas relacionadas a esse novo material se tornaram mais extensas para encontrar soluções para os problemas de drenagem urbana do Brasil. Entretanto, as primeiras razões para a utilização dos pavimentos drenantes foram o rápido crescimento pós-guerra, na qual acarretou uma sobrecarga nos sistemas de drenagem existentes, os escoamentos das águas pluviais das pistas de rolamento, assim como a baixa emissão de ruídos com relação aos pavimentos comuns. (SUZUKI; AZEVEDO; KABBACH JUNIOR, 2013).

## 2.3 PAVIMENTOS DRENANTES

A concepção dos projetos de pavimentos tradicionais procuram atribuir a máxima impermeabilidade ao revestimento superficial, visando proporcionar aos materiais subjacentes proteção contra o aumento da umidade, o que poderia diminuir sua capacidade de carga, e evitar a rápida degradação do



Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

revestimento, que fissa-se quando submetido à pressões hidrodinâmicas pela ação do tráfego pesado. Com a evolução da malha viária e o crescimento das cidades em todo o mundo, a impermeabilização do solo fez aumentar a intensidade e a frequência dos eventos de inundação intraurbana, levando à procura de técnicas alternativas de drenagem que devolvessem ao solo a capacidade de infiltração pré-urbanização (SUZUKI, AZEVEDO; KABBACH JUNIOR, 2013).

O pavimento permeável tem por função capturar a água da chuva e permitir que ela penetre diretamente no solo, ou então decorra ao interior da camada de armazenamento temporário no terreno, a qual é absorvida gradualmente pelo solo diminuindo assim os sistemas públicos de drenagem urbana (COSTA *et al*, 2007).

Os revestimentos em concreto permeáveis são cabíveis em áreas de estacionamento de veículos de passeio, desde que devidamente tratada a drenagem local (base + subleito) com base granular também permeável como caixa de acúmulo temporário de águas pluviais (BALBO, 2009). Os pavimentos permeáveis podem ser implementados como mecanismos de mitigação dos impactos causados pela impermeabilização do solo, sendo utilizados, na maior parte dos locais, em áreas destinadas ao tráfego leve de veículos ou estacionamentos, contudo, está sendo executado em calçadas, praças e parques (PARRA; TEIXEIRA, 2015).

A ABNT NBR 16416:2015 define pavimento permeável como aquele que atende as solicitações de esforços mecânicos e condições de rolamento, simultaneamente, cuja estrutura permite a percolação e/ou acúmulo temporário de água, diminuindo o escoamento superficial, sem causar dano à estrutura. A mesma norma ainda define estrutura permeável como sendo a combinação das camadas de sub-base permeável, base permeável, camada de assentamento permeável (quando for o caso) e revestimento permeável, dimensionada para permitir a percolação de água, distribuir os esforços no subleito e suportar o carregamento do tráfego, conforme mostrado na figura 1.



Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

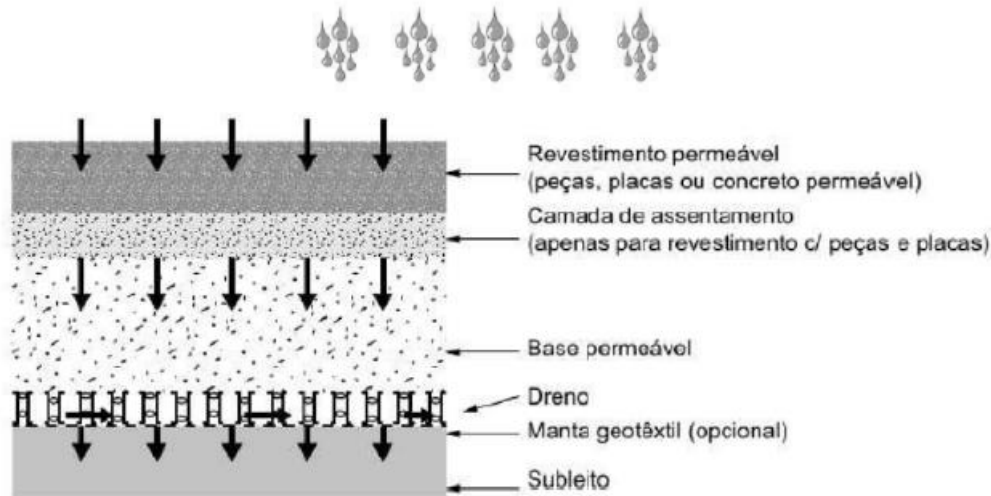


Figura 1 - Camadas estruturais do pavimento permeável  
Fonte: ABNT NBR 16416 (2015).

Gonçalves e Oliveira (2014) também definem pavimentos permeáveis como sendo os que possuem espaços livres em sua estrutura, pelos quais há escoamento de água que pode infiltrar no solo ou ser transportado através de um sistema auxiliar de drenagem. O mesmo autor ainda classifica os pavimentos permeáveis de acordo com a sua composição em:

- ✓ Pavimento de blocos de concreto vazado: os blocos de concreto vazado são assentados sobre material granular, como areia, e preenchidos com vegetação rasteira, como grama.
- ✓ Pavimento de blocos de concreto e paralelepípedos: os blocos intertravados de concreto também possuem permeabilidade, cuja magnitude depende da permeabilidade do concreto do bloco e da granulometria do material de assentamento e das juntas.
- ✓ Pavimentos de concreto drenante: A camada superior é composta a partir do conceito similar ao do concreto asfáltico poroso, com a retirada de uma fração de areia fina da mistura dos agregados do pavimento, resultando de 15% a 25% de vazios.
- ✓ Pavimentos de asfalto drenante ou camada porosa de atrito (CPA): a base do funcionamento do CPA é composta de uma mistura de agregados, com ou

Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

sem fíler, que incide uma porcentagem de vazios entre 18% a 25% (BALBO, 2007).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia foi delimitada por uma pesquisa com a finalidade de natureza aplicada e objetivos exploratórios, sendo referenciada através de um embasamento técnico constituído de livros, artigos científicos, normas técnicas e trabalhos acadêmicos, constituindo um perfil qualitativo; assim como a expressão métrica do coeficiente de percolação  $k$  associou também uma abordagem quantitativa ao projeto. Quanto aos procedimentos técnicos para coleta de dados, a pesquisa foi delineada por um suporte bibliográfico e aplicada através de um estudo experimental que foi desenvolvido nas atividades de laboratório.

No laboratório foram realizados os ensaios para determinação da eficiência hidráulica através da determinação do coeficiente de permeabilidade  $k$  em amostras de revestimento para pavimento drenante do tipo *paver* intertravado produzido em concreto poroso. Para montagem do ensaio foi fabricado um mobiliário de apoio para utilização como mesa de bancada, e cuja estrutura metálica tem dimensões quadradas de lado 110 cm e altura 85 cm, sendo composta por uma grelha de 11 barras lisas de  $\varnothing 5/8'$  e uma calha de alumínio 0.7 mm, para retenção do volume de água percolada durante os ensaios das amostras de *paver*, conforme mostrado na figura 2





Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso



Figura 2 - Mesa metálica para bancada dos ensaios  
Fonte: Autores (2022).

### 3.1 COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE

As 3 amostras estudadas compreenderam a paginação de 8 unidades do pavimento intertravado tipo *paver* de seção 10 cm x 20 cm x 6 cm de espessura, totalizando 24 peças; cada um dos três conjuntos amostrais (denominadas de amostra 1, amostra 2 e amostra 3) apresentavam seção 40 cm x 40 cm, formatando uma área de 160,00 cm<sup>2</sup>, como ilustram as figuras 3a, 3b e 3c. A amostragem mínima para verificação do coeficiente de permeabilidade  $k$  atendeu as orientações da ABNT NBR 16416:2015 que prescreve até 3 ensaios para lotes que devem corresponder ao mínimo de 2500 m<sup>2</sup>. A norma ainda estabelece critérios para inspeção visual (IV), avaliação dimensional (AD) e amostragem (A), entre os quais:

IV: aspecto homogêneo, ângulos retos, arestas regulares nas duas faces e nas paredes laterais, livre de defeitos ou rebarbas, sem delaminação ou descamação do concreto.

Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

AD: tolerância dimensional para comprimento, largura e espessura de mais ou menos 3 mm em relação às respectivas medidas nominais.

A: os corpos de prova devem ser coletados de forma aleatória, de modo a representar todo o lote pavimentado; o lote máximo deve corresponder a uma área pavimentada de 10000 m<sup>2</sup>.

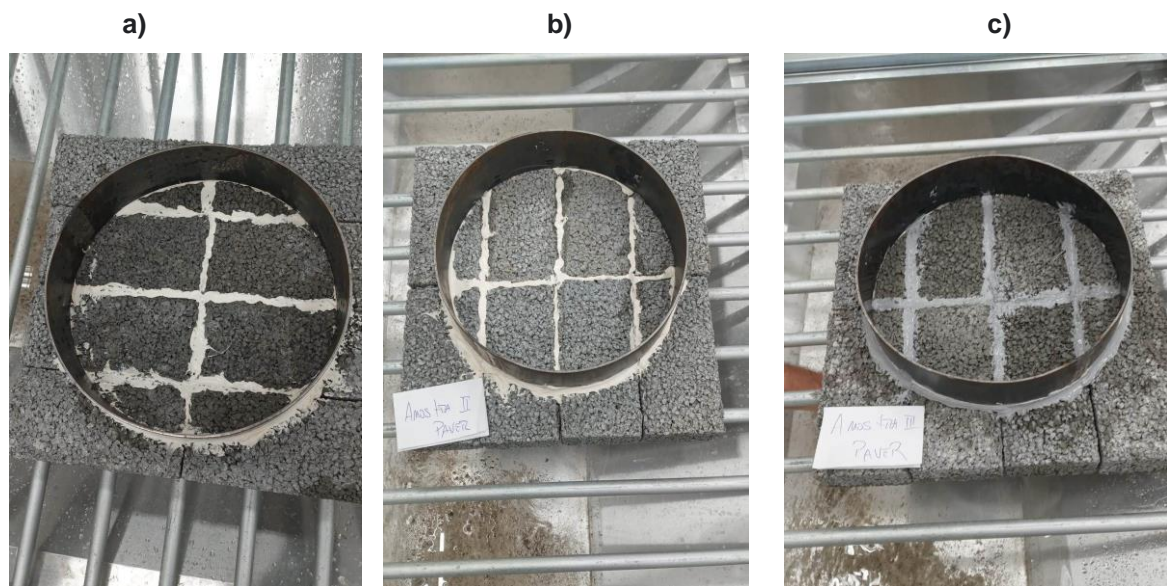


Figura 3 - Amostra 1 (a); Amostra 2 (b); Amostra 3 (c)  
Fonte: Autores (2022).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise dos ensaios da eficiência hidráulica de condutividade d' água do *paver* intertravado foi adotado o método prescrito pela NBR-16416/2015, cujo anexo A especifica a descrição dos seguintes materiais e equipamentos:

- a) Anel de infiltração com diâmetro de 300 mm e altura de 70 mm, marcado com duas linhas de referência com distância de 10 mm e 15 mm em relação à face da inferior do anel, para nivelamento controlado do volume de água durante a execução do ensaio;
- b) Balança com resolução de 0,1 g;

Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

- c) Cronômetro com resolução de 0,1 s;
- d) Massa de calafetar para vedação entre *pavers* e entre *paver* e anel;
- e) Recipiente para derramamento do volume de água.

A metodologia do ensaio consta do procedimento das seguintes etapas:

- a) O conjunto das amostras escolhidas para testes do coeficiente de permeabilidade foram limpas, com intuito de retirar sedimentos e outros materiais;
- b) A paginação das oito unidades de cada amostra do conjunto foi montada sobre a grelha metálica da estrutura de apoio;
- c) Sobre o pavimento foi posicionado o anel de infiltração sendo posteriormente vedada a parte inferior com massa de calafetar para não permitir vazamentos;
- d) De forma preliminar ao início do ensaio, é aplicado uma pré-molhagem com o volume de 3,6 litros nas amostras; o tempo de percolação d'água na pré-molhagem define a massa de água do ensaio, de acordo com o quadro 1.

Tempo de pré-molhagem (s)	Massa de água para o ensaio (kg)
≤ 30	18 +/- 0,05
> 30	3,60 +/- 0,05

Quadro 1 - Massa de água do ensaio  
Fonte: ABNT NBR 16416 (2015).

- e) Iniciar o ensaio em até 2 min depois da execução da pré-molhagem, no qual se despeja a água no anel de infiltração com velocidade suficiente para manter o nível da água entre as duas marcações inferiores e internas ao anel entre 10 e 15 mm;
- f) Registrar o intervalo de tempo acionando o cronômetro assim que a água atingir a superfície do pavimento permeável, parando-se o cronômetro quando não houver mais água livre na superfície do mesmo. Registra-se o tempo com exatidão de 0,1 s, adotando-se o tempo médio de 3 medições para cada um dos 3 conjuntos amostrais.



Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

O coeficiente de permeabilidade  $k$  foi calculado conforme orientação na NBR 16416 (2015), como mostrado na equação 1:

(equação 1) 
$$K = \frac{C \cdot m}{(d^2 \cdot t)}$$
, na qual:

$K$ : é o coeficiente de permeabilidade expressa em milímetros por hora (mm/h);

$m$ : é a massa de água infiltrada em quilogramas (kg);

$d$ : é o diâmetro interno do cilindro de infiltração expresso em milímetros (mm);

$t$ : é o tempo necessário para toda a água percolar expresso em segundos (s);

$C$ : fator de conversão dos dados das unidades para o Sistema Internacional (SI) de medidas para  $C = 4\,583\,666\,000$ .

O quadro 2 apresenta os resultados determinados no cálculo do coeficiente de permeabilidade  $k$  das amostras pesquisadas.

Conjunto amostral	Tempo médio de percolação (s)	Coeficiente de permeabilidade $k$ (m/s)
Amostra 1	55	$4,63 \cdot 10^{-3}$
Amostra 2	36	$7,07 \cdot 10^{-3}$
Amostra 3	44	$5,70 \cdot 10^{-3}$

Quadro 2 - Coeficiente de permeabilidade  $k$   
Fonte: Autores (2022).

A partir do tempo médio das três medições (ensaios) para cada uma das três amostras, foram aferidos os resultados do coeficiente de permeabilidade  $k$  determinados de acordo com a equação 1. Os valores do coeficiente  $k$  apresentaram índices apropriados para todo o lote do conjunto amostral. Uma vez confrontados, os valores indicados pelo cálculo resultaram conformidade com o parâmetro prescritivo da ABNT NBR 16416 (2015) e Balbo (2020) que designaram o resultado da expressão numérica para valores da permeabilidade



Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

(velocidade) maiores que  $1.10^{-3}$  m/s ( $>10^{-3}$ ) como o coeficiente de referência válido para a experimentação dos ensaios.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema da pavimentação drenante tem a atribuição de reduzir de forma estratégica o escoamento pluvial no atual processo de urbanização das cidades, ao empregar soluções que minimizem o problema da impermeabilização das superfícies urbanas naturais, com envolverem vias, estacionamentos e parques, proporcionando controle na velocidade de escoamento dos volumes de precipitação da água da chuva e contribuindo com a recarga de aquíferos.

Ademais, concomitantemente, os pavimentos permeáveis ao permitirem a infiltração do escoamento superficial, viabilizam a possibilidade de aproveitamento racional das águas pluviais, através da coleta e utilização de forma não potável, para limpeza da infraestrutura urbana, como vias públicas, ciclovias, parques e calçadas. Desta forma, a adequação ao pavimento drenante possibilita também o desenvolvimento para a construção sustentável em cidades e áreas urbanizadas, cujo planejamento vem consolidando crescente relevância em âmbito global, com ganhos ambientais e econômicos.

Com o aumento da conscientização sobre a construção de sistemas de pavimentação sustentáveis, materiais porosos estão sendo usados cada vez mais em pavimentação. Os revestimentos dos pavimentos permeáveis a partir de estruturas porosas de concreto, podem ser aplicados nas mais diversas tipologias e já estão preconizados por normas técnicas, entre os quais: peças intertravadas de concreto, placas de concreto permeável e revestimento de pavimento de concreto permeável.

Nesta pesquisa, o escopo de trabalho foi examinar a eficiência hídrica para percolação das águas pluviais em revestimentos porosos de concreto para pavimentos drenantes tipo *paver* intertravado pré-moldado. A análise do parâmetro hidráulico através do coeficiente  $k$  de percolação permitiu concluir



Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

que o resultados determinados nos ensaios foram validados de acordo com as prescrições normativas. A representação deste valor e, em cum

Ao mesmo que, de acordo com laudo técnico emitido por laboratório credenciado, foram analisados os parâmetros físicos e mecânicos de exemplares do *paver* intertravado para o mesmo fornecedor local. Na avaliação dos parâmetros físicos, foi examinado o atendimento à análise dimensional das amostras e, na avaliação mecânica, foram realizados ensaios de resistência característica à compressão  $f_{ck}$ . Na análise geométrica, as peças não excederam a tolerância dimensional de  $\pm 3$  mm, atendendo a ABNT NBR 9781/2013. Nos ensaios de resistência, os resultados também foram conclusivos expressando valores de 22,8 MPa para a compressão, superior a 20,00 MPa conforme indicações da ABNT NBR 16416/2015, tabela 8.

A indicação da resposta ao coeficiente de permeabilidade  $k$  concedeu cumprimento ao objetivo proposto na pesquisa, que recomenda a continuidade dos estudos sobre a temática do sistema de pavimentação drenante, evidenciadamente citado pela produção acadêmica como pavimentos sustentáveis, em razão da possibilidade de promover o controle do escoamento pluvial urbano e da remoção de poluentes, além da reposição dos fluxos aos lençóis freáticos. O estudo de outras tipologias de revestimentos porosos de concreto já supracitados ajustados com a análise de outros parâmetros físicos, mecânicos e hidráulicos, podem resultar em ações de esclarecimentos e posterior embasamento técnico para aplicação dos pavimentos drenantes, como processo de construção para uma infraestrutura urbana aliada ao crescimento acelerado dos centros urbanos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS - ABRAINCO. **A importância da Construção Civil para impulsionar a economia brasileira**. Disponível em: <https://www.abrainco.org.br/abrainco-explica>. Acesso em 17 jun. 2022.

Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9781:** Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013. 21 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16416:** Pavimentos permeáveis de concreto - requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015. 25 p.

AZZOUT, Yolande *et al.* **Techniques alternatives en assainissement pluvial.** Paris: Technique et Documentation - Lavoisier, 1994. 372 p.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica:** materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos de concreto.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos de concreto permeáveis:** uma visão ambiental da tecnologia sustentável emergente. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

COSTA, Alfredo Ribeiro da *et al.* **Curso básico de Hidrologia Urbana:** nível 3. Brasília: ReCESA, 2007.

DINIZ, Maria Ingridy Lacerda *et al.* Estudo da eficiência de pavimentos permeáveis: análise da permeabilidade e das propriedades mecânicas. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 398-407, 2021.

GONÇALVES, Andre Bertoletti; OLIVEIRA, Rafael Henrique de. **Pavimentos permeáveis e sua influência sobre a drenagem.** Seminários da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, São Paulo, 2014.

KLENZENDORF, Joshua Brandon *et al.* Quantificar o comportamento de revestimentos porosos de asfalto em relação à hidráulica de drenagem e à qualidade da água de escoamento.

**Geociência Ambiental e Engenharia**, v. 18, n. 1, pág. 99-111, 2012.

LINTZ, Rosa C. Cecche *et al.* Estudo do reaproveitamento de resíduos de construção em concretos empregados na fabricação de blocos. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 5, n. 2, p. 174-181, 2012.

MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; AMORIM, Sergio Roberto Leusin de. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Produção**, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009.

Pavimentos drenantes: estudo sobre peças de concreto permeável do tipo *paver* intertravado poroso

MUNHOZ, Fabiana Costa. **Utilização do gesso para fabricação de artefatos alternativos, no contexto de produção mais limpa**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

PARRA, Geovana Geloni; TEIXIRA, Bernardo A. do Nascimento. Análise da permeabilidade e dos métodos de instalação de pavimentos permeáveis contidos em artigos científicos e em catálogos técnicos. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Tupã, v. 03, n. 15, p. 142-157, 2015.

PINTO, Liliana Lopes Costa Alves. **O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano**. 2011. Tese de Doutorado (Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - PHA), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PRUNER, Lenon H. da Costa. **A influência dos agregados sobre as propriedades do concreto permeável**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Brusque, Brusque, 2018.

SANTOS, Fladimir Fernandes dos *et al.* Adequação dos municípios do estado do Rio Grande do Sul à legislação de gestão de resíduos da construção civil. **Revista Iberoamerica de Engenharia Industrial**, Florianópolis, SC, Brasil, v. 4, n. 8, p. 1-18, 2012.

SUZUKI, Carlos Yukio; AZEVEDO, Angela Martins; KABBACH JÚNIOR, Felipe Issa. **Drenagem subsuperficial de pavimentos: conceitos e dimensionamento**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

VIRGILIIS, Afonso Luís Corrêa de. **Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias**. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

