

AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE AO LONGO DO TEMPO DE UM PAVIMENTO COM REVESTIMENTO DE PEÇAS DE CONCRETO

ISAQUE FERNANDES OLIVEIRA^{1,2*}, MAURO LEANDRO MENEGOTTO^{2,3}

1 Introdução

A alta densidade de construções com superfícies revestidas e vias pavimentadas diminui a infiltração das águas pluviais no solo, favorecendo a geração de maiores volumes de escoamento superficial. Isto acaba comprometendo a capacidade dos sistemas de drenagem urbana, o que faz aumentar a frequência de eventos como inundações e enchentes urbanas. Neste sentido, além dos sistemas de drenagem urbana, devem ser adotadas alternativas técnicas para o revestimento dos pavimentos urbanos, de modo a evitar a completa impermeabilização de suas superfícies (Balbo, 2020, Suzuki; Azevedo; Kabbach Júnior, 2014).

Os pavimentos com peças de concreto podem funcionar como elemento permeável, permitindo a infiltração de água por juntas alargadas ou espaços vazios (Jabur *et al.*, 2015; Xerez Neto, 2022). Este tipo de revestimento, evita tanto a formação de poças de água sobre a superfície do terreno, como também o escoamento superficial para as porções de jusante da bacia (Míguez; Veról; Rezende, 2015; Ono; Balbo; Cargnin, 2017).

Nesta perspectiva, o presente trabalho apresenta a metodologia e resultados da pesquisa de avaliação da taxa de infiltração de um pavimento com revestimento de peças de concreto intertravadas, executado no Estacionamento Central da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Chapecó*.

2 Objetivos

O objetivo deste trabalho de pesquisa foi avaliar de forma quantitativa a permeabilidade de um pavimento permeável intertravado, com peças de concreto simples, executado na UFFS *Campus Chapecó*.

1 Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, *Campus Chapecó*, contato: isque.oliveira@estudante.uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa: Geotecnia e Recursos Hídricos - GeoHidro.

3 Doutor em Geotecnia, UFFS, *Campus Chapecó*, **orientador**.

3 Metodologia

Este trabalho pode ser caracterizado como pesquisa experimental, haja vista que foram realizados ensaios em campo para avaliação da permeabilidade de um pavimento permeável intertravado, por meio da determinação da taxa de infiltração de um pavimento com revestimento em peças de concreto simples com juntas alargadas. O procedimento dos ensaios foi realizado de acordo com o método descrito no Anexo A da NBR 16416-1 (ABNT, 2026), em quatro pontos distintos, no Estacionamento Central da UFFS *Campus* Chapecó. Este estacionamento foi executado 24 meses antes do início dos ensaios, com peças de concreto de 10 cm de largura, 20 cm de comprimento e 8 cm de espessura, assentados sobre uma camada de base de brita nº 0 de 15 cm de espessura.

Nos pontos de ensaio e sobre a superfície do pavimento foi posicionado um anel rígido de 300 mm de diâmetro, com a face externa de contato com o pavimento vedada com massa de calafetar. Na face interna do anel, foram traçadas duas linhas paralelas indicadoras do limite inferior e limite superior da altura da lâmina de água mantida durante o ensaio. Tais marcações estavam posicionadas a 10 mm e 15 mm da base do anel. Para cada ensaio utilizou-se um total em massa de água de $3,6 \pm 0,05$ kg empregada no procedimento de pré-molhagem. Se nesta etapa, o tempo para infiltração fosse menor e maiores que 30 s deveriam ser utilizados, respectivamente, $18,0 \pm 0,05$ kg e $3,6 \pm 0,05$ kg de água para a determinação da taxa de infiltração. Para cada ensaio foram realizadas duas determinações da taxa de infiltração, com o resultado final obtido pela média aritmética desses valores.

No Quadro 1 encontram-se as características dos pontos ensaiados, as condições das juntas e a designação dos ensaios realizados. Ressalta-se que os pontos P1-EC e P4-EC encontravam-se com as juntas originais, sendo que no segundo elas estavam colmatadas e com musgo em toda a área do ensaio. Após a determinação da taxa de infiltração no estado original, realizou-se uma manutenção no pavimento por meio da hidrolavagem, com lavadora de alta pressão, conforme metodologia empregada por Sandoval *et al.* (2020). Os pontos P2-EC e P3-EC apresentava-se originalmente sem preenchimento devido ao carreamento do material de preenchimento ao longo do tempo. Posteriormente, em três pontos ensaiados as juntas foram novamente preenchidas com areia fina ou areia média.

Quadro 1. Características dos pontos de ensaio, condições das juntas e designação dos ensaios

Ponto	Características	Estado das juntas	Designação do ensaio
P1-EC	Vaga de carga e descarga sem sombra	Originais, com colmatação física (partículas de solo, poeira e pequenas folhas)	P1-EC1
		Sem preenchimento após manutenção	P1-EC2
		Preenchidas com areia média após manutenção	P1-EC3
P2-EC	Área de passagem de veículos sem sombra	Originais, sem preenchimento	P2-EC1
		Preenchidas com areia fina	P2-EC2
P3-EC	Área de passagem de veículos sem sombra	Originais, sem preenchimento	P3-EC1
		Preenchidas com areia média	P3-EC2
P4-EC	Vaga de estacionamento com sombra	Originais, com colmatação biológica (causada pelo crescimento de musgo)	P4-EC1
		Sem preenchimento após manutenção	P4-EC2

Fonte: Os autores, 2026.

4 Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios para a determinação da taxa de infiltração realizados em campo nas diferentes condições de preenchimento das juntas.

Tabela 1. Resultados da taxa de infiltração determinada nos ensaios

Ensaio	Taxa de infiltração	
	mm/h	m/s
P1-EC1	19,3	$5,36 \times 10^{-6}$
P1-EC2	627,0	$1,74 \times 10^{-4}$
P1-EC3	38,4	$1,07 \times 10^{-5}$
P2-EC1	13297,2	$3,69 \times 10^{-3}$
P2-EC2	12,2	$3,40 \times 10^{-6}$
P3-EC1	12081,1	$3,36 \times 10^{-3}$
P3-EC2	61,2	$1,70 \times 10^{-5}$
P4-EC1	10,9	$3,03 \times 10^{-6}$
P4-EC2	9032,1	$2,51 \times 10^{-3}$

Fonte: Os autores, 2026.

Considerando que a NBR 16416-1 (ABNT, 2026) prescreve um valor mínimo da taxa de infiltração mínima de $2,54 \times 10^{-3}$ m/s (9140 mm/h) para pavimento intertravado permeável, apenas os pontos P2-EC e P3-EC, que não apresentavam material de preenchimento nas juntas, atenderam a esse critério.

Os pontos P1-EC e P4-EC com as juntas originais colmatadas apresentaram os menores valores iniciais da taxa de infiltração, sendo $5,36 \times 10^{-6}$ m/s e $3,03 \times 10^{-6}$ m/s, respectivamente. Esses resultados indicam a necessidade de execução de ações de limpeza e manutenção das áreas do pavimento que apresentam as mesmas características.

A manutenção por meio da hidrolavagem nos pontos P1-EC e P4-EC aumentou significativamente a taxa de infiltração com valores, respectivamente, de 32,5 e 828,6 vezes maior. Porém os resultados obtidos permaneceram inferiores ao mínimo prescrito na NBR 16416-1 (ABNT, 2026), indicando a necessidade de complementação da manutenção com execução da aplicação de vácuo regenerativo (a seco), remoção e recomposição do material das juntas ou, ainda, a remoção das peças de concreto e substituição da camada de assentamento por material lavado.

A fim de avaliar o rejuntamento do pavimento com material granular miúdo, os pontos P1-EC e P3-EC foram preenchidos com uma areia média, bem como o ponto P2-EC com areia fina. O preenchimento com a areia fina apresentou uma taxa de infiltração $3,40 \times 10^{-6}$ m/s, valor próximo do obtido nos pontos inicialmente colmatados. Os pontos com preenchimento com areia média apresentaram resultados da ordem de 10^{-5} m/s, apenas uma ordem de grandeza superior ao da areia fina. Estes resultados indicam que a recomposição do material de rejuntamento com agregado miúdo não é adequada para o pavimento analisado.

5 Conclusão

Diante das condições ensaiadas e dos parâmetros normativos da NBR 16416-1 (ABNT, 2026), verificou-se que apenas os pontos com juntas sem material de preenchimento atingiram a taxa de infiltração mínima prescrita, demonstrando a capacidade de infiltração quando as juntas estão livre de obstruções.

Os pontos que apresentavam colmatção física ou biológica demonstraram taxas de infiltração críticas, com valores muito abaixo do mínimo normativo, comprometendo o comportamento hidráulico do pavimento. Embora a manutenção por hidrolavagem tenha proporcionado expressivos incrementos na permeabilidade, a intervenção de maneira isolada foi insuficiente para restabelecer o desempenho mínimo exigido pela norma.

Os ensaios com recomposição de junta utilizando areia fina e areia média resultaram em taxas de infiltração inferiores ao requisito normativo. Isso evidencia que a utilização de

agregados miúdos nas juntas compromete a capacidade drenante do pavimento analisado.

Como recomendações operacionais e para trabalhos futuros, destaca-se a verificação semestral da taxa de infiltração, bem como a necessidade de adotar técnicas complementares e mais profundas de manutenção nas áreas colmatadas, garantindo a eficiência hidráulica do pavimento ao longo de sua vida útil.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16416-1**. Pavimento permeável - Parte 1: Execução de pavimento permeável intertravado. Rio de Janeiro, 2026.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos de Concreto Permeáveis**: Uma visão ambiental da tecnologia sustentável emergente. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

JABUR, Andrea Sartori *et al.* Determinação da capacidade de infiltração de pavimentos permeáveis. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 937-945, Out/Dez 2015.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VERÓL, Aline Pires; REZENDE, Osvaldo Moura. **Drenagem urbana**: do projeto tradicional à sustentabilidade. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

ONO, Bruno Watanabe; BALBO, José Tadeu; CARGNIN, Andréia Posser. Análise da capacidade de infiltração em pavimento permeável de bloco de concreto unidirecionalmente articulado. **Revista Transportes**. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 90-101, Outubro 2017.

SANDOVAL, Gersson F. B.; GALO BARDES, Isaac; CAMPOS, André; TORALLES, Berenice M. Assessing the phenomenon of clogging of pervious concrete (PC): experimental test and model proposition. **Journal of Building Engineering**, [S.L.], v. 29, p. 23-34, May 2020

SUZUKI, Carlos Yukio; AZEVEDO, Angela Martins; KABBACH JÚNIOR, Felipe Issa. **Drenagem subsuperficial de pavimentos**: conceitos e dimensionamento. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

XEREZ NETO, Jary de. **Pavimentos industriais em concreto**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

Palavras-chave: Taxa de infiltração; Colmatção de pavimentos; Pavimento permeável intertravado.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0376

Financiamento: