

## CONSTRUÇÃO DE UM SIMULADOR DE CHUVA PARA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

Vinicius Goetten – Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), Brasil  
Willian Jucelio Goetten – Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Brasil

### RESUMO

A grande expansão do setor da construção civil aliada ao aumento desordenado da ocupação territorial tem ocasionado graves problemas de drenagem urbana nas cidades brasileiras. Tais fatores são agravados pelo aumento da área impermeável nos centros urbanos, que acaba acarretando um maior escoamento superficial da água da pluvial. Uma forma de se evitar a geração do escoamento superficial é aumentar as áreas permeáveis. Uma forma de gerar uma maior infiltração é a utilização de pavimentos permeáveis. Trata-se de camadas de asfalto ou de concreto que tem como princípio acelerar a infiltração da água para um reservatório de agregados (base, sub-base e revestimento). Porém há uma enorme dificuldade em se controlar os efeitos da chuva para se analisar de maneira adequada a capacidade e taxa de infiltração dessas estruturas semipermeáveis. Na dificuldade de se analisar valores reais para se estimar a taxa e a capacidade de infiltração de pavimentos permeáveis é que reside o problema de pesquisa desse trabalho. Dessa forma foi construído um simulador de chuva que possibilitará a análise da capacidade e da taxa de infiltração de pavimentos permeáveis em futuros estudos de caso.

**Palavras-chave:** Infiltração; Drenagem urbana; Construções sustentáveis.

### INTRODUÇÃO

De acordo com Tucci (2007) o município tem um papel muito importante no desenvolvimento dos projetos de drenagem adequados, pois é através desses instrumentos que a gestão de águas pluviais é realizada. Além da função do município ser muito importante para que estas ações realmente aconteçam, o autor destaca ainda, que devem existir medidas ao alcance de todos os moradores do município, como exemplo, a utilização de pavimentos permeáveis, de estruturas que carreguem água até os jardins, proteções permeáveis e entre outras. Assim o principal objetivo sempre será a recuperação da capacidade de infiltração do solo.

A engenharia civil vem contribuindo para o entendimento sobre a real necessidade de se implantar empreendimento, que resultem em um menor impacto ambiental, e por consequência uma maior retenção e infiltração de água das chuvas nos solos. Dessa forma,



tornam-se essenciais práticas que encorajem a ampliação de maiores áreas permeáveis e que possibilitem a infiltração da água das chuvas (MORETTI; NISHATA, 2017).

Na dificuldade de se estimar valores reais relacionados a capacidade e a taxa de infiltração de pavimentos permeáveis levando em consideração suas respectivas estruturas de construção e o solo-base da área construída é que reside o problema de pesquisa dessa pesquisa.

A literatura aponta a utilização de equipamentos que simulam os processos de precipitação, e que esses equipamentos conhecidos como simuladores de chuva poderiam contribuir de forma efetiva para tais análises.

Dessa forma, o objetivo geral desse trabalho é construir um simulador de chuva para análise da taxa e da capacidade de infiltração de um pavimento permeável levando em consideração a estrutura de construção e o solo-base da área construída, e assim estimar a sua taxa e a capacidade de infiltração. Além disso o trabalho irá:

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Durante a revisão bibliográfica foram pesquisados e analisados os diversos tipos de simuladores de chuva disponíveis no mercado. A pesquisa apontou também que muitos pesquisadores optam por construir seus próprios equipamentos. De acordo com os autores analisados o modelo ideal para determinação de processos de infiltração em pavimentos permeáveis deve apresentar uma taxa constante de precipitação além de ter suas principais variáveis controladas, como intensidade, duração e frequência.

Para projetar o protótipo foi utilizado o Software AutoCAD, no qual foram desenhadas todas as possíveis estruturas necessárias para construção, assim como determinar os quantitativos dos materiais necessários para construção. A calibração foi realizada por meio de cálculos e por experimento *in loco*.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O simulador de chuva foi projetado no programa AutoCAD 2015. O modelo foi adaptado de simuladores de chuva agrícolas existentes. Sua estrutura consiste em uma base quadrada de dimensões 1,5 m X 1,5 m com quatro pinos soldados nas suas extremidades para ser apoiada sobre quatro pernas circulares de tubo galvanizado  $\frac{3}{4}$ , as quais medem 1,5m cada sendo encaixadas uma sobre a outra por quatro pinos de aço treilado de 25mm para se

Revista Extensão em Foco | v.7 | n.1 | p. 124-129 | 2019



facilitar a montagem e desmontagem torna se um equipamento portátil. Sua altura final corresponde a 3,0m, o seu centro possui uma armação quadrada de 0,75 m X 0,75 m. Na sua base menor possui em forma de H tubo galvanizado de  $\frac{3}{4}$  que está parafusada na estrutura superior sobre a superfície do terreno que possibilita a distribuição de água nos bicos do simulador.

Após a definição da estrutura do protótipo, iniciou-se a levantamento dos custos para construção do equipamento. Foram realizados orçamentos em lojas especializadas nos municípios de Caçador e Santa Cecília (SC). O custo aproximado para a construção do equipamento foi de R\$ 1200,00 levando em consideração as informações obtidas. Essa etapa foi fundamental para definir quais seriam os principais fornecedores dos materiais necessários para a fabricação do simulador.

Inicialmente construiu se a Base (A) com peças metálicas de 3,18 mm de espessura. A base conta com um total de 2,25 m<sup>2</sup> de área. A estrutura foi pintada com tinta spray anti-corrosiva para evitar a degradação do material.

Junto a Base (A) foram soldados quatro pinos de aço redondo trefilado de 23 mm diâmetro para suporte das barras laterais. Os pinos servem como encaixe para os tubos galvanizados que elevam a estrutura do simulador. Ao todo são quatro tubos galvanizados de 1,5 m de altura e 25 mm diâmetro. A escolha pelo método de encaixe na Base (A) se deu devido a necessidade da rápida e fácil montagem e desmontagem do equipamento.

O simulador possui uma armação retangular apoiada por quatro pernas reguláveis, para proporcionar uma altura de três metros sobre a superfície do solo. Para elevação total da estrutura foram preparados quatro pinos de encaixe (C) (intermediárias), dessa forma outros quatro tubos galvanizados de 1,5 m de comprimento e 25 mm de espessura puderam ser montados. A altura de três metros é necessária para proporcionar a velocidade adequada de queda das gotas (SANTOS, 2016).

Dessa forma a estrutura montada tem no total 3 m de altura (D). A altura é um fator importante para que as gotas da chuva simulada possam tomar velocidade e ser distribuída de maneira adequada. No topo da estrutura foi instalada a base para os bicos. A estrutura de 0,75 m x 0,75, possui duas barras paralelas (0,75 m) e uma transversal de 0,15 m, formando uma estrutura em “H”.

A água é bombeada por meio de uma moto bomba de  $\frac{1}{2}$  CV de potência que fornece pressão suficiente para a aspersão da água. A bomba está instalada junto a um reservatório

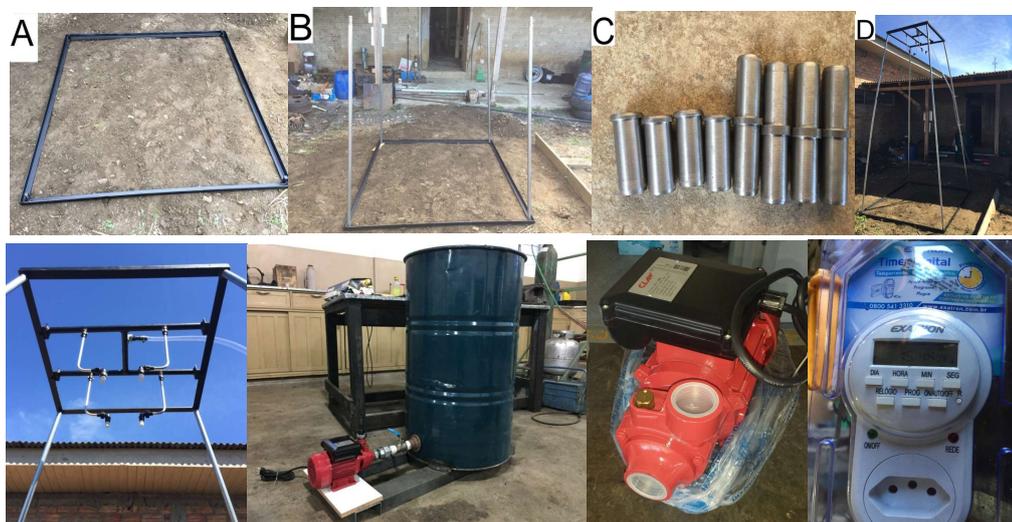
de 200 litros, ambos está localizado próximo a base do simulador. Para elevação da coluna de água foi utilizada uma mangueira cristal de  $\frac{3}{4}$  de diâmetro.

Para controlar o funcionamento do equipamento foi instalado um temporizador digital bi volt 127/220 VCA que possibilita o acionar de liga e desliga, assim como a programação do tempo do funcionamento. O temporizador possibilita ainda trabalhar com várias programações que vão desde semanais até segundos de funcionamento.

Para realização de testes com os diversos tipos de pavimentos permeáveis disponíveis no mercado, foi concebida uma caixa de testes. A estrutura metálica (Figura 1) conta as seguintes dimensões 1m x 1m x 0,2m. As paredes da caixa foram revestidas com uma lâmina acrílica de 2 mm, possibilitando que operador possa acompanhar a espessura e o comportamento das camadas de revestimento empregadas na simulação da construção de pavimentos. Existe ainda a possibilidade da instalação de tubos para simular dutos de drenagem no terreno.

O simulador de chuvas é desmontável para facilitar o transporte e a montagem do aparelho em campo e laboratório.

**Figura 1 - Fabricação do Simulador de Chuva;**



O simulador de chuva foi calibrado para a vazão disponível em relação a precipitação simulada. Em um primeiro momento o operador calibrou os quatro bicos aspersores, para uma maior uniformidade no jato (Figura 2). A regulagem dos bicos foi fixada em 80% da abertura total (B80).

**Figura 2 - Calibração dos bicos**



Com os bicos alinhados e os jatos uniformes, o operador iniciou a calibração da vazão e a estimativa da chuva de projeto. Para tanto foi utilizado uma caixa de coletora (caixa de testes) de estrutura metálica, com dimensões de 1m x 1m x 0,2m. O operador programou o temporizador para 60 minutos. O volume total de água a ser utilizado foi de 200 litros. A pressão da bomba era de 26 mca.

Para determinar a vazão da chuva simulada foi utilizada a seguinte equação:

$$Q = Vt / T$$

Onde: Q= Vazão (l/s); Vt= Volume total de água (l); T= Tempo (seg.)

O resultado foi que simulador fez chover 200 litros de água em 2.568 segundos (42 minutos e 48 segundos), resultando em uma vazão de 0,078 l/s. Ao transformamos esse valor em mm para compararmos com valores pluviométricos, temos uma chuva de projeto de intensidade de 247,8 mm/h.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho buscou construir um protótipo que possibilitasse infiltração e escoamento. O equipamento construído é compacto de baixo custo e de fácil manuseio. Além disso, o simulador de chuvas desenvolvido é de fácil construção, manutenção e operação. Ainda, apresentou peso reduzido, assim como ser desmontável e de fácil transporte permitindo o seu uso em diferentes locais e para diferentes propósitos.

Pode-se concluir ainda que os primeiros resultados obtidos com o simulador de chuva proposto e construído foram satisfatórios. O equipamento manteve-se estável durante a aplicação de água, tanto durante a calibração, quanto durante a aplicação na caixa de testes.

A chuva simulada foi bem distribuída e uniforme. É imprescindível que o equipamento aplique água de modo contínuo na parcela experimental, fato que somente foi possível pela utilização do reservatório e do sistema de bombeamento propostos.

A utilização de um temporizador digital cíclico para o controle e a automação da passagem de água para o bico aspersor do simulador de chuvas mostrou-se eficiente e possibilitou a regulagem de diferentes intensidades da chuva.

O equipamento pode-se tornar muito útil para os estudos de infiltração e escoamento superficial. Sobre o manuseio e manutenção do protótipo conclui-se que ele é muito funcional, por ser, compacto, leve e ser facilmente transportado. Além disso, tem custo razoável, já que suas peças são comuns e de fácil aquisição.

Entretanto o equipamento e a metodologia utilizada mostraram-se sensíveis para a as condições climáticas adversas. Outro fator que precisará de uma nova avaliação é a utilização dos bicos e da potência máxima da bomba. A chuva proposta resultou em uma intensidade muito alta, necessitando de uma melhor regulação. Como estudo futuros o simulador poderá ser calibrado para apresentar uma maior e uniformidade na distribuição da chuva. Outras características que poderão ser identificadas serão a velocidade e o formato das gotas, além da força de impacto das mesmas no solo. Além do mais o equipamento poderá testar outras configurações e matérias de construção para pavimento permeáveis, em diversas faixas de intensidade da chuva.

## REFERÊNCIAS

MORETTI, Ricardo de Souza; NISHIHATA, Nelia Miyuki. **MELHORIAS DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS: POSSIBILIDADES ASSOCIADAS AOS ESTACIONAMENTOS.** Disponível em: <[www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id\\_arq=1068](http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=1068)> Acesso em Março de 2017.

SANTOS, Cristiano de Assumpção. **IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO PERMEÁVEL EM ÁREAS URBANAS NA RECUPERAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.** 2016. 64 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura – área de concentração Agroenergia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

TUCCI, Carlos E. M. **INUNDAÇÕES E DREAGEM URBANA.** Disponível em <[www.agua.org.py/images/stories/.../carlos-tucci\\_inundaciones-y-drenajes-urbanos.pdf](http://www.agua.org.py/images/stories/.../carlos-tucci_inundaciones-y-drenajes-urbanos.pdf)> Acesso em mai.2017.