

## Telhado verde como uma alternativa sustentável para redução do escoamento pluvial urbano

Milena de Sousa Vera<sup>1</sup>; David Oliveira Pontes<sup>2</sup>; Marcos Vinicius Souza Cardoso<sup>3</sup>; Tamires Silva Assunção Novais<sup>4</sup>; Flávia Gizele Köning Brun<sup>5</sup>; Eleandro José Brun<sup>6</sup>; Makerli Galvan Zanella<sup>7</sup>; Carolina dos Santos<sup>8</sup>

<sup>1</sup>. Acadêmica de Engenharia Florestal, Bolsista PIBITI-CNPq na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos -PR. E-mail: [milenavera@alunos.utfpr.edu.br](mailto:milenavera@alunos.utfpr.edu.br)

<sup>2</sup>. Acadêmico de Engenharia Florestal, Bolsista PIBITI-FA na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos -PR. E-mail: [davidpontes@alunos.utfpr.edu.br](mailto:davidpontes@alunos.utfpr.edu.br)

<sup>3</sup>. Acadêmico, Bolsista PIBIC-FA Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos-PR. E-mail: [cardoso.mvs@gmail.com](mailto:cardoso.mvs@gmail.com)

<sup>4</sup>. Acadêmico, Bolsista PIBEXT-UTFPR, Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos-PR. E-mail: [tamiresnovais@gmail.com](mailto:tamiresnovais@gmail.com)

<sup>5</sup>. Engenheira Florestal, Dra., Pesquisadora na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos-PR. E-mail: [flaviagbrun@utfpr.edu.br](mailto:flaviagbrun@utfpr.edu.br)

<sup>6</sup>. Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos-PR. E-mail: [eleandrobrun@utfpr.edu.br](mailto:eleandrobrun@utfpr.edu.br)

<sup>7</sup>. Arquiteta e Urbanista, Dra., Pesquisadora na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos-PR. E-mail: [makerlizanella@utfpr.edu.br](mailto:makerlizanella@utfpr.edu.br)

<sup>8</sup>. Arquiteta e Urbanista, MSc. em Eng. Civil na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos-PR. E-mail: [capereiradossantos@hotmail.com](mailto:capereiradossantos@hotmail.com)

### Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a redução do escoamento pluvial e interceptação de telhados verdes com cobertura de espécies hortícolas. Para realização do estudo foi empregado uma bancada experimental com 02 tratamentos, sobre telha de fibrocimento de 6,0mm (Telhado Fibrocimento e Telhado Verde), com o total de 04 repetições cada. Para o escoamento foi efetuado a coleta do volume de chuva nos módulos por evento, utilizando embalagens de 20.000 ml com escala graduada. A obtenção da quantidade de chuva total em cada tratamento foi obtida com base nos dados do programa de parcelas demonstrativas agrícolas do PR. Os dados de escoamento e interceptação foram ordenados em planilha eletrônica Excel Microsoft® e submetidos ao teste de comparação de médias através do teste de Tukey a 5,0%, no Software SASMAgri®. O telhado verde com cobertura de espécies hortícolas, apresentou-se bastante promissor para a redução do escoamento pluvial, interceptando mais de 80% das águas nos eventos avaliados.

Palavras-chave: Telhado verde, Águas pluviais, Retenção do escoamento.

### Introdução

Os processos de urbanização afetam significativamente a paisagem natural, com a substituição das áreas verdes por ambientes construídos com estradas, edificações, calçadas e praças, e alterações das condições naturais permeáveis para impermeáveis (LOCATELLI et al (2014); BERNDTSSON, 2010). Essas mudanças nas superfícies das áreas urbanas acabam acarretando na redução da capacidade de infiltração, favorecendo o acúmulo das águas pluviais no meio urbano. Com isso, os sistemas de drenagem das águas pluviais se tornaram insuficientes, devido ao aumento do escoamento superficial, dos picos de vazão e dos pontos de alagamentos (GÜNERALP et al., 2015; JOBIM, 2013).

Nos últimos anos, problemas com enchentes vem se tornando cada vez mais frequente, o que demonstra a fragilidade do sistema hidrológico urbano (BRAGA; CARVALHO, 2003). Para COSTA, (2012) a implantação de estruturas de baixo impacto ambiental, como ruas e calçadas permeáveis, superfícies drenantes com vegetação sobre base permeável em jardins, lajes ou telhados são possíveis alternativas para esse problema. Com isso, os telhados verdes podem ser uma alternativa sustentável para minimizar a problemática da drenagem urbana, por reter parte do escoamento superficial das águas pluviais (NIACHOU, 2001). O objetivo do presente estudo é avaliar o potencial de redução do escoamento pluvial e interceptação de telhados verdes com cobertura de espécies hortícolas, em relação ao telhado de fibrocimento convencional, amplamente utilizado em edificações populares no Brasil.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) sob coordenadas geográficas 25°42'11" S (latitude) e 53°05'58" W (longitude). O clima da região é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com média anual da precipitação pluviométrica entre 1900 a 2000mm, com distribuição uniforme (ALVARES et al., 2013), conforme observado na Figura 1.

Figura 1: Localização da bancada experimental (destacado em vermelho) na área do Campus da UTFPR-Dois Vizinhos.



Fonte: Google Earth (2021).

Para o desenvolvimento do estudo foi utilizado uma bancada experimental, que simula um telhado convencional de habitações populares. A bancada está dividida em oito módulos, com dimensões estruturais de 2,14 x 4,03 m, sendo cada módulo com 0,85 x 1,0 m, área de 0,85 m<sup>2</sup> cada módulo, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2: Procedimento de construção, vedação e implantação das coberturas de vegetação no ano 2: A) construção dos módulos experimentais; B) instalação da manta bidim e do substrato para implantação do telhado verde; c) bancada experimental com telhado verde com plantio das hortícolas nos módulos experimentais e telhado de fibrocimento.



Fonte: Brun, F. G. K, 2022.

O delineamento experimental aplicado foi de Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 02 tratamentos, ambos construídos com telhas de fibrocimento de 6,0 mm de espessura (Telhado de fibrocimento que é o tratamento controle, e Telhado verde), com 04 repetições cada. Para a instalação do telhado verde optou-se pelo tipo extensivo, que foi construído sobre a telha de fibrocimento, com a implantação de uma manta bidim recobrindo a telha e as paredes dos módulos.

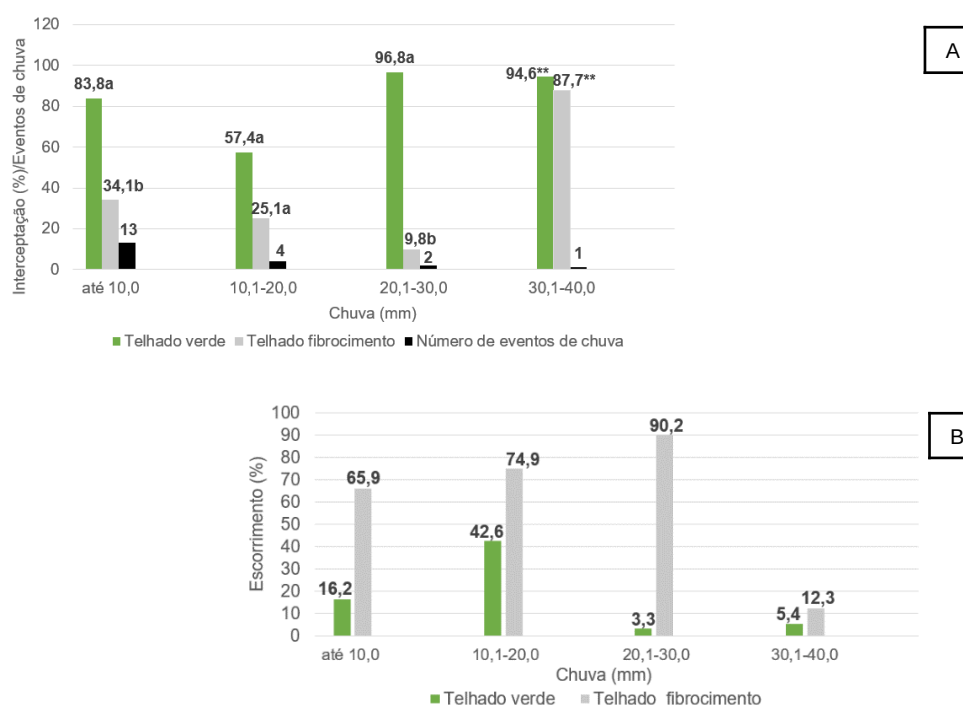
Após a manta bidim, foi implantada uma camada de 10,0 cm de substrato formulado (mistura de 75,0% comercial e 25,0% de vermiculita) com uma camada de 10,0 cm por módulo para fixação das plantas. O substrato foi submetido a adubação com 300,0 g m<sup>-2</sup> de NPK 09:33:12 no momento do plantio, e 100,0 g m<sup>-2</sup> de reposição (cobertura), após a colheita de cada ciclo produtivo. As espécies empregadas para o estudo foram as hortícolas Alface (*Lactuca sativa*), Cebolinha (*Allium fistulosum*) e Salsinha (*Petroselinum crispum*). Para a coleta do escoamento superficial dos tratamentos foi realizada a coleta do volume de chuva escorrido e retido dentro dos módulos em embalagens de 20.000 ml com escala graduada, por evento de chuva ocorrida. A obtenção da quantidade de chuva total por evento em cada tratamento foi obtida com base nos dados do Programa de parcelas demonstrativas agrícolas do PR que se encontra instalada a aproximadamente 1.500 m do experimento.

Os dados de escoamento e interceptação das águas das chuvas para o estudo foram coletados no verão, entre dezembro/2021 a março/2022. As informações foram ordenadas em planilha eletrônica Excel Microsoft® em classes de precipitação, de acordo com as intensidades (até 10,0 mm; 20,1 – 30,0 mm; 30,1 – 40,0 mm; 40,1 – 50,0 mm e >50,1 mm), e posteriormente submetidos ao Teste de Normalidade de Shapiro-Wilks a um nível de 5,0% de significância. Para as classes de 30,1 a 40,0 mm, em virtude de ocorrência de apenas 01 evento, não houve a possibilidade de realizar procedimentos estatísticos, sendo apresentado, nos resultados para as classes, o valor bruto de interceptação. Os dados de interceptação foram submetidos ao teste de comparação de médias pelo Teste de Tukey a um nível de significância de 5,0%, sendo que todas as análises estatísticas foram realizadas no Software estatístico SASMAgri®

## Resultados e Discussão

No período de avaliações foram observadas 20 ocorrências de eventos de chuvas, onde foi obtido um volume acumulado de 189,0 mm, sendo distribuídos em 65,0% dos eventos de chuvas em classes de até 10,0 mm, 20,0% em classes de 10,1 a 20,0, 10,0% em classes de 20,1 a 30,0 mm e 5% dos eventos distribuídos em classes de 30,1 a 40,0 mm, como mostra a Figura 3.

Figura 3: Interceptação e escoamento das águas de chuva (%) nos telhados verdes com elas Alface (*Lactuca sativa*), Cebolinha (*Allium fistulosum*) e Salsinha (*Petroselinum crispum*) e de fibrocimento nas diferentes classes de eventos de chuva no período de dezembro/2021 a março/2022: A) valores de interceptação e número de eventos de chuva; B) escoamento nos telhados.



Valores médios de interceptação de águas da chuva nos tratamentos seguidos pelas letras apresentam diferença significativa pelo Teste de Comparação de Médias de Tukey a um nível de significância de 5,0%. \*\* Nestas classes não foi possível executar Testes de comparação de médias em virtude da ocorrência de apenas 01 evento.

Em relação a capacidade de interceptação, observa-se o alto potencial de interceptação do telhado verde, que intercepta volumes significativos de água das chuvas principalmente na classe de intensidade de até 10 mm, chegando a interceptar um percentual acima de 80% das águas pluviais em 13 eventos de chuva, e apresentando baixo percentual de escoamento, de 16,2 %.

O telhado de fibrocimento, em comparação ao telhado verde com cobertura de espécies hortícolas, nessa mesma classe de intensidade interceptou um percentual de 34,1% e apresentou uma porcentagem de escoamento superior de 65,9 % das águas pluviais. Este percentual alto de escoamento pode agravar o problema de enchentes nas áreas urbanas. Conforme Pedron e Klosowski (2008), na região do Sudoeste do Paraná 84,5% dos eventos de chuvas enquadram-se

nesta intensidade. O telhado de fibrocimento, predominantemente empregado nos empreendimentos de cunho habitacional popular, apresenta um escoamento de 41,2% e interceptação de apenas 58,5% das águas de eventos desta magnitude.

Esse estudo é de grande importância para contribuição para a avaliação da estrutura do telhado verde com hortaliças, particularmente para a agricultura urbana, servindo também como uma fonte de renda alternativa, como uma atividade que pode auxiliar as pessoas economicamente vulneráveis, pela possibilidade de se cultivar hortaliças comestíveis.

## Conclusões

O telhado verde com cobertura de espécies hortícolas se apresentou bastante promissor na redução do escoamento pluvial, interceptando mais de 80% das águas nos eventos de chuvas observados, em especialidade na intensidade de até 10,0 mm, que representa até 84,5% das chuvas na região onde o estudo vem sendo realizado.

## Agradecimentos/Apoio

Agradecemos ao CNPq e a Fundação Araucária pela concessão de bolsas de Iniciação Tecnológica (PIBITI) a primeira autora, segundo e terceiro autor. E a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pela concessão de cota de bolsista ao quarto autor no Programa PIBEXT-UTFPR.

## Referências Bibliográficas

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- BERNDTSSON, J. C. Green roof performance for runoff water quantity and quality management: A review. **Ecological Engineering**, v. 36, p. 351–360, 2010.
- BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. C. **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal, 2003. p. 113-127.
- COSTA, J.; COSTA, A.; POLETO, C.; Telhado verde: redução e retardo do escoamento superficial. **Revistas de estudos ambientais**, v. 14, n. 2, edição especial, p. 50-56, 2012.
- LOCATELLI, L., MARK, O., MIKKELSEN, PS, ARNBJERG-NIELSEN, K., JENSEN, MB, BINNING, PJ, 2014. Modeling the hydrological performance of the green roof for urban drainage applications. **Journal of Hydrology**, v. 519, p 3237-3248, 2014.
- Güneralp, B., Güneralp, I., Liu, Y. Mudança nos padrões globais de exposição urbana a riscos de inundações e secas. **Ambiente global**. V.31, p. 217-225, 2015.
- JOBIM, A, L. **Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial**. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
- NIACHOU, A. et. Al. Analysis of green roof thermal properties and investigation of its energy performance. **Energy and Buildings**, v.33, n. 7, p. 719-729, 2001.
- Pedron, I. T; Klosowsky, E. S. Distribuição de frequência de chuvas diárias no Estado do Paraná. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, v.07, n. 01-02, 2008, 9 p.
- SANTOS, C. P. **Análise de retenção do escoamento superficial e desempenho térmico de telhado verde extensivo sobre telhado de fibrocimento**. 2019. 111 f. (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, Pato Branco.