TELHADOS VERDES COMO ALTERNATIVA NA REDUÇÃO DO ESCORRIMENTO PLUVIAL URBANO EM HABITAÇÕES POPULARES

FLÁVIA GIZELE KÖNIG BRUN[1], MILENA DE SOUSA VERA[2], MAKERLI GALVAN ZANELLA[3], MARCELA GUEDES DOURADO[4] e ELEANDRO JOSÉ BRUN[5]

[1]Eng Florestal, Prof. Dr. Grupo de Pesquisa em Silvicultura e Ecologia Urbana – Lab. Silvicultura, UTFPR-DV, Dois Vizinhos-PR, flaviag@utfpr.edu.br;
[2]Acad. Eng. Florestal, Bolsista PIBITI-FA no Grupo de Pesquisa em Silvicultura e Ecologia Urbana - Lab. Silvicultura, UTFPR-DV, Dois Vizinhos-PR, milena14atm@gmail.com;
[3] Arq. Urbanista, MSc. Prof. Grupo de Pesquisa em Silvicultura e Ecologia Urbana - Lab. Silvicultura, UTFPR-DV, Dois Vizinhos-PR, makerlizanella@utfpr.edu.br;
[4]Eng Florestal, Bolsista Técnica UTFPR, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas – Laboratório de Silvicultura, UTFPR-DV, Dois Vizinhos - PR, marcelaguedesd@gmail.com;
[5]Eng Florestal, Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas – Lab. Silvicultura, UTFPR-DV, Dois Vizinhos-PR, eleandrobrun@utfpr.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: O estudo objetivou avaliar a redução do escorrimento pluvial e interceptação de telhados verdes. Para o estudo empregou-se uma bancada experimental com 02 tratamentos, sobre telha de fibrocimento de 6,0 mm (Telhado Fibrocimento e Telhado Verde) com 04 repetições cada. Para o escoamento foi feita a coleta do volume de chuva nos módulos por evento, com proveta graduada (1000 ml). A obtenção da quantidade de chuva total em cada tratamento foi obtida na estação do INMET no Campus da UTFPR-DV. Os dados de escoamento e interceptação foram ordenados em planilha eletrônica Excel Microsoft® e submetidos ao Teste Normalidade e de Tukey a 5,0% no Software Bioestat 5.3®. O telhado verde apresentou-se extremamente promissor para redução do escorrimento pluvial, interceptando mais de 90,0% das águas nos eventos avaliados.
PALAVRAS-CHAVE: Inundações urbanas, escoamento superficial, seleção de espécie, telhado verde extensivo.

GREEN ROOFS AS ALTERNATIVE IN REDUCING URBAN RAIN FLOW IN POPULAR RESIDENCES

ABSTRACT: The study aimed to evaluate the reduction of rainfall runoff and interception of green roofs. For the study, an experimental bench with 02 treatments was used, on a 6.0 mm fiber cement tile (Fibrocement Roof and Green Roof) with 04 repetitions each. For the flow, the rain volume was collected in the modules per event, with a graduated cylinder (1000 ml). Obtaining the amount of total rainfall in each treatment was obtained at the INMET station on the UTFPR-DV Campus. The flow and interception data were sorted in an Excel Microsoft® spreadsheet and submitted to the Normality and Tukey Test at 5.0% in the Bioestat 5.3® Software. The green roof was extremely promising for reducing rainfall runoff, intercepting more than 90.0% of the water in the evaluated events.
KEYWORDS: Urban flooding, runoff, species selection, extensive green roof.

INTRODUÇÃO

Atualmente 85,0% da população brasileira habita em áreas urbanas, conforme dados do IBGE(2010), e este processo de urbanização se caracteriza essencialmente, por lotes altamente impermeabilizados com pouca área para infiltração da água da chuva e conforto térmico no entorno da edificação, e onde os telhados contribuem com a impermeabilização de até 25,0% da superfícies das

cidades, e onde estes escoam grandes volumes de águas das chuvas ampliando o efeito das inundações urbanas (Tucci (1997); Rose et al. (2003) e Stovin et al. (2013)).

A substituição de áreas verdes por superfícies de concreto apresenta um outro problema, que é a diminuição da capacidade de infiltração das águas pluviais e a diminuição das taxas de evapotranspiração, e isso contribui diretamente no problema de enchentes e a desumidificação causada pela diminuição da evapotranspiração (Pinto, 2007).

Dentro deste cenário as inundações urbanas tem sido um dos grandes problemas ambientais urbanos, que impacta significativamente a economia brasileira. Em termos de danos materiais e humanos, calcula-se um prejuízo médio oriundo no PIB (Produto Interno Bruto) de R$ 1.000.000,00 por pontos de alagamento no Brasil (Pinho, 2013). Um exemplo disso é São Paulo (SP), que no verão de 2020 enfrentou a maior inundação dos últimos 40 anos, onde em 02 meses os prejuízos chegaram a R$ 110.000.000,00 (Fernandes et al., 2020).

Neste sentido é necessário adoção de técnicas para a contenção destas inundações. Uma das medidas com potencial para tal finalidades são os telhados verdes. Os telhados verdes são estruturas que tem como principal característica a utilização de uma cobertura vegetal, sendo formados por uma camada de vegetação e por uma camada de substrato, essas camadas auxiliam na fixação da vegetação e na absorção da água pluvial (Santos, 2019).

Um dos grandes gargalos para adoção desta tecnologia, é a falta de informações sobre quais espécies ou grupos de plantas que melhor se adaptam, visando a popularização dos telhados verdes, principalmente para edificações em conjuntos habitacionais populares, onde a densidade ocupacional do solo é mais elevada nos centros urbanos. Dentro deste cenário o presente estudo objetiva avaliar o potencial de redução do escorrimento pluvial e interceptação de telhados verdes em relação ao telhado de fibrocimento convencional amplamente empregado em edificações populares no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) nas coordenadas geográfica 25º42’11’’ S de latitude sul e 53º05’58’’ W de longitude oeste de Greenwich.

O clima é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com média anual da precipitação pluviométrica entre 1900 a 2000mm, com distribuição uniforme (Alvares et al., 2013). Para o desenvolvimento do estudo foi empregada uma bancada experimental dividida em oito módulos, com as dimensões de estrutura de 2,14 x 4,03 m, sendo cada módulo com 0,99 x 0,79 m, tendo uma área de 0,78 m^2 cada módulo, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Procedimento de construção, vedação e implantação da cobertura de vegetação nos módulos de telhado verde: A) Construção dos módulos experimentais; B) Instalação da manta bidim e do substrato para implantação do telhado verde com Lambari (*Tradescantia zebrina* var. *Purpusii*); C) Módulos do Telhado verde de Lambari recoberto e módulos de fibrocimento.

A bancada experimental foi construída e validada sua eficiência e confiabilidade de funcionamento no estudo de Santos (2019). O delineamento experimental foi de Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 02 tratamentos, construídos com telhas de fibrocimento de 6,0 mm de espessura em ambos os tratamentos (Telhado de fibrocimento 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,

esta serve como filtro da água percolada no módulo para evitar que obstrua o cano de PVC conectado ao módulo para coleta da água da chuva escorrida neste.

Após a manta bidim, foi implantada uma camada de 10,0 cm de substrato por módulo para fixação das plantas. Empregou-se uma mistura de partes iguais de fibra de coco, moinha de carvão, substrato comercial e vermiculita, para garantir uma cobertura leve e uma boa retenção de umidade para as plantas.

Foi também adicionada uma adubação de 300,0 g m^{-2} de módulo de NPK 09:33:12 no momento do plantio e após a primeira poda da cobertura aos 03 meses pós-implantação em igual quantidade. Para que se garantisse o pegamento das estacas realizou-se duas irrigações diárias durante o período de uma semana.

A espécie empregada para o estudo foi o Lambari (*Tradescantia zebrina* var. *Purpusii)* pertencente à Família Commelinaceae. È uma planta de fácil adaptação climática, alastrante, muito empregada como forração, multiplica-se facilmente por estacas ou pela divisão da ramagem enraizada. (Prefeitura de São Paulo, 2009).

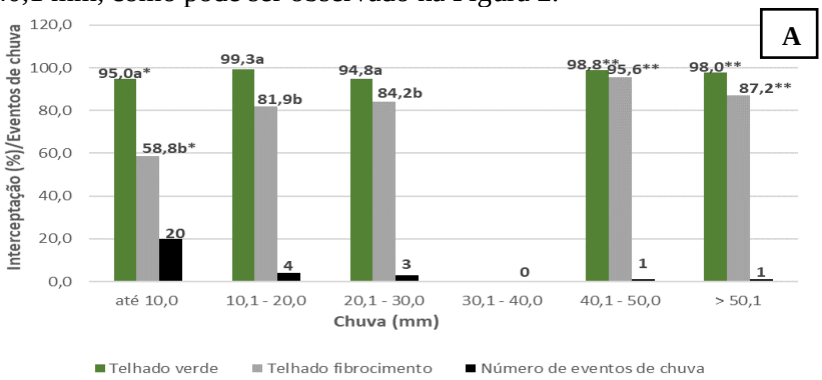
Para obter os dados do escoamento superficial dos tratamentos foi realizada a coleta do volume de chuva escorrido e retido dentro dos módulos de cada tratamento, em embalagens de 4.000 ml por evento de chuva, sendo esta aferida com auxílio de proveta graduada de 1000 ml. A obtenção da quantidade de chuva total por evento em cada tratamento foi obtida com base nos dados da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no Campus da UTFPR-DV.

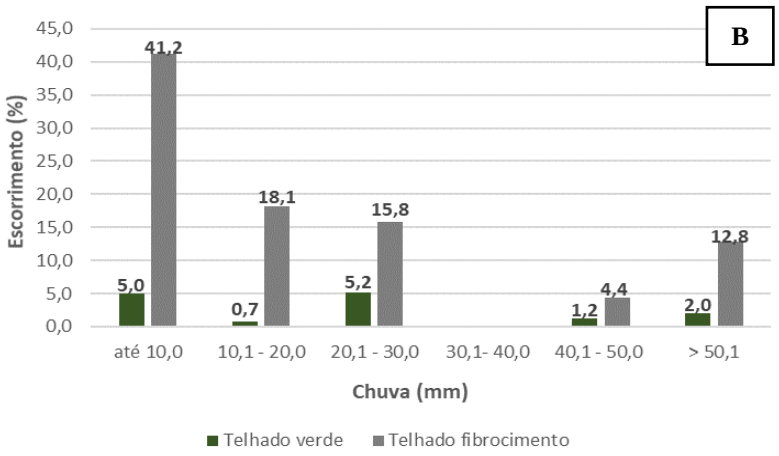
Os dados coletados de escoamento e interceptação das águas das chuvas para o estudo se referem ao período de verão (Dezembro/2019 a Março/2020). Sendo ordenados em planilha eletrônica Excel Microsoft® em classes de precipitação de acordo com as intensidades mais frequentes (até 10,0 mm; 20,1 – 30,0 mm; 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, com exceção das classes de 30,1 a 40,0 mm que não apresentou ocorrência de chuvas desta magnitude no período. Para as classes de 40,1 a 50,0 mm e >50,1 mm em virtude da ocorrência de apenas 01 evento não houve a possibilidade de realizar procedimentos estatísticos, sendo apresentados nos resultados para as classes o valor bruto de interceptação.

Analisada a Normalidade da interceptação de chuvas nas classes de precipitação com mais de 01 evento ocorrido (até 10,0 mm; 10,1 a 20,0 mm e 20,1 a 30,0 mm) submeteu-se os dados de interceptação ao teste de comparação de médias pelo Teste de Tukey a um nível de significância de 5,0%, sendo que todas as estatísticas foram realizadas no Software Bioestat 5.3®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de avaliação verificou-se a ocorrência de 29 eventos de chuvas, resultando num acumulado de 291,8 mm, que ficaram distribuídos 69,0% dos eventos em chuvas de até 10,0 mm, 13,8% em chuvas de 10,1 a 20,0 mm, 10,3% em chuvas de 20,1 a 30,0 mm e 6,9% distribuídas em chuvas acima de 40,1 mm, como pode ser observado na Figura 2.





*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.

Figura 2: Interceptação escorrimento das águas de chuva (%) nos telhados verdes com Lambari (*Trandescantia zebrina* var. *Purpusii*) e de fibrocimento nas diferentes classes de eventos de chuva no período de Dezembro/2019 a Março/2020: A) Valores de interceptação e número de eventos de chuva. B) Escorrimento nos telhados analisados

Observa-se que o telhado verde conseguiu interceptar acima de 90,0% das águas das chuvas durante o período analisado indiferente das intensidades dos eventos de chuva, destaca-se principalmente na classe de intensidade de até 10,0 mm onde verificou-se uma interceptação de 95,0% e um escorrimento de apenas 5,0% das águas das chuvas no telhado verde, o que representa um resultado muito promissor para a adoção dos telhados verdes regionalmente.

Conforme Pedron e Klosowski (2008) para a região do Sudoeste do Paraná 84,5% dos eventos de chuvas enquadram-se nesta intensidade, enquanto que o telhado de fibrocimento, que é o predominantemente empregado nos empreendimentos de cunho habitacional popular apresenta um escorrimento de 41,2% e a interceptação de apenas 58,5% das águas de eventos desta magnitude.

Em relação a eficiência do telhado verde em ocorrência temporal dos eventos de chuva na classe de intensidade de até 10,0 mm verifica-se que indiferente do período do intervalo de tempo como pode ser verificado na Figura 03.

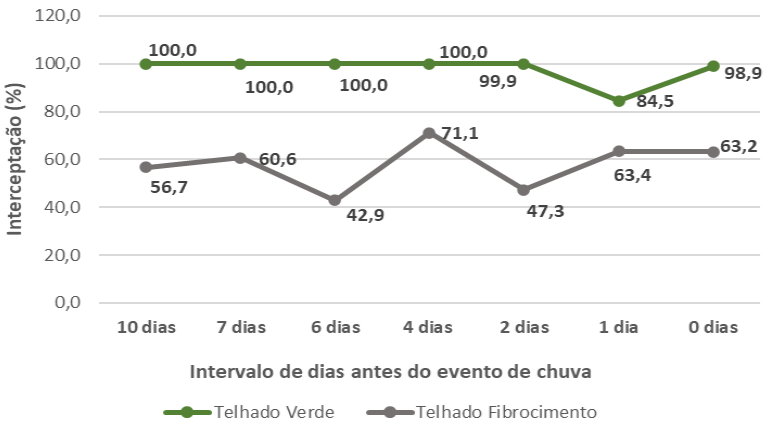


Figura 03: Intervalo temporal que antecedem a ocorrência dos eventos de chuva e seu efeito sobre a interceptação nos telhados estudados.

A redução da eficiência do telhado verde com 01 dia de antecedência a ocorrência do evento de chuva (15,5%) se deu devido a saturação do substrato de bases para as plantas, pois no dia anterior a este evento ocorreu uma precipitação de 61,8 mm, sendo assim para que os telhados verdes continuem com sua eficiência elevada, recomenda-se a adoção de um sistema de recolhimento de águas para

aproveitamento do extravasamento pela saturação do substrato em eventos extremos, uma vez que a água oriunda dos mesmos apresenta potencial para a irrigação de hortas urbanas, limpeza doméstica, etc.

No telhado de fibrocimento verifica-se a redução na sua eficiência de interceptação em chuvas de baixa intensidade (< 5,0 mm), em geral de curta duração de tempo (minutos) e com um intervalo temporal entre ocorrência de eventos superior a 02 dias, devido a elevada temperatura da superfície da cobertura que aumenta a evapotranspiração e também a brevidade da duração das mesmas, em sua maioria vindo a escorrer mais que interceptar a chuva.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados relatados ao longo deste trabalho verificou-se que o telhado verde se apresentou extremamente promissor para redução do escorrimento pluvial, interceptando mais de 90,0% das águas nos eventos de chuvas avaliados, em especial na intensidade de até 10,0 mm conforme estudos técnicos científicos da área representa até 84,5% das chuvas na região onde o estudo vem sendo realizado.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária pela concessão de bolsa de Iniciação Tecnológica (PIBITI) a segunda autora.

REFERÊNCIAS

Alvares, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

Fernandes, A.; Mattos, A.; Quintão, C. Comércio prevê prejuízo de 110 milhões com impacto das chuvas em SP. 2020, 9 p. Disponível em:https://valor.globo.com/brasil/noticia/2020/02/10/chuvas-afetam-comrcio-de-sp-em-ms-marcado-por-menos-dias-teis.ghtml. Acessado em: 21de março de 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Planilha sobre populações residentes. 2010. Disponível em:http://www.ibge.gov.br/home/estati. xls. Acesso em: 15 junho de 2012.

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.

Pinho, M. Enchentes em SP causam prejuízo anual de 762 milhões, diz pesquisa**.** 2013, 13 p. Disponível:http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/03/enchentes-em-sp-causam-prejuizo-anual-de-r-762-milhoes-diz-pesquisa.html. Acessado em: 23 de março de 2020.

Pinto, E. M. A gestão de recursos hídricos e as interferências do sistema urbano: município de Queimados-RJ. Revista da Universidade Rural de Seropédica, p. 125-131, 2007.

Prefeitura de São Paulo. Herbáceas, 2009, 8 p. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/servicos/viveiros/index.php?p=3971. Acessado em: 20/05/2020.

Rose, L. S.; Akbari, H.; Taha, H. Characterizing the fabric of the urban environment: a case study of greater Houston, Texas, 2003, U.S. Environmental Protection Agency under the Urban Heat Island Project, 66 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.

Stovin, V.; Poe, S.; Berretta, C. A modelling study of long term green roof retention performance. Envirnomental Managment, v. 131, 2013, p 206 – 215.

Tucci, C. E. M. Água no meio urbano. In: Água Doce, UFRGS, 1997, 40 p.